Med
K30861

INSTITUTO MEDICO NACIONAL.

LA
ANOXIHEMIA BAROMÉTRICA

Medios fisiológicos y mesológicos que ayudan
al hombre á contrarestar la acción de la atmósfera
rarificada de las altitudes.

LA TUBERCULOSIS EN LAS ALTITUDES

ESTUDIO PRACTICADO EN EL

INSTITUTO MÉDICO NACIONAL

POR EL DR.

DANIEL VERGARA LOPE

MÉXICO

OFICINA TIP. DE LA SECRETARÍA DE FOMENTO

Calle de San Andrés núm. 15

1893

INSTITUTO MEDICO NACIONAL.

LA ANOXIHEMIA BAROMÉTRICA

Medios fisiológicos y mesológicos que ayudan al hombre á contrarestar la acción de la atmósfera rarificada de las altitudes.

LA TUBERCULOSIS EN LAS ALTITUDES

ESTUDIO PRACTICADO EN EL

INSTITUTO MÉDICO NACIONAL

POR EL DR.

DANIEL VERGARA LOPE

MÉXICO

OFICINA TIP. DE LA SECRETARÍA DE FOMENTO

Calle de San Andrés núm. 15

1893

19566 006

WELLCOME INSTITUTE
LIBRARY
Coll. WellMOmoc
Call No. WF

INTRODUCCIÓN.

LA teoría de la Anoxihemia barométrica fundada por el Dr. Jourdanet, y defendida por el inteligente y erudito Paul Bert es de época relativamente cercana; pero si tenemos en cuenta los fundamentos erróneos de los que su autor la hizo surgir y la facilidad con que pueden destruirse, derribando por completo la teoría sobre ellos edificada, parece increible que se haya sostenido por más de treinta años como una verdad científica perfectamente demostrada, y haber sido admitida de un modo tan unánime, sin pasar antes por el crisol de un examen más concienzudo, de una experimentación más correcta, prácticada por los fisiólogos que recibían tales ideas, y llevada á efecto en el *sitio mismo* de los fenómenos observados por Jourdanet.

Esto al fin ha sido hecho por el fisiologista Viault (deBurdeos) en el año de 1889, que sin más objeto emprendió el viaje para la República del Perú, y el día 5 de Octubre salió de Lima para ascender á la Cordillera de los Andes. Durante algún tiempo que estuvo

en la sierra, se entregó á experiencias para su objeto, y muy especialmente á la cuenta de los glóbulos sanguíneos, cuyo número encontró aumentado considerablemente.

En Francia, después de las experiencias de Paul Bert, de las que hablaremos á su debido tiempo, no se había vuelto á hacer nada sobre el particular hasta que Müntz en 1883 dejó sobre el Pic du Midi unos conejos, y observó que estos animales se aclimataban ahí perfectamente, á una presión que correspondía á 2,877 metros de altitud; pero fué sobre todo la análisis de su sangre practicada en Agosto de 1890, la que presentó los datos más importantes y que probaban la *no anoxihemia* de estos animales.

En 1892, el Dr. Regnard, ha hecho experiencias con igual resultado lo mismo que Viault, quien después de su excursión científica á la cordillera Peruana, repitió experimentalmente sus observaciones, en el Pic du Midi.

En el mes de Mayo de 1889, después de algunas observaciones que me habían despertado singular atención para este asunto, y sobre todo, al ver lo absurdo y completamente falso de la mayor parte de los datos que presentó Jourdanet como fundamentales para su teoría, emprendí en el *Instituto Médico Nacional*, una serie de experiencias que me permitieron hacer una crítica de los principales argumentos de M. Jourdanet, y en Marzo de 1890 publiqué una tesis que tuvo por objeto hacer la refutación de la teoría de la Anoxihemia.

No he cesado después de proseguir en el estudio de las modificaciones fisiológicas, que se desarrollan en los aparatos de la respiración y de la circulación del hom-

bre, bajo la influencia de la vida permanente en las alturas, siendo quizá las conclusiones á que he podido llegar de alguna importancia para la fisiología y la medicina, así como para el bien público en general.

La hiperglobulia, á consecuencia de la vida en las alturas, las modificaciones que la misma causa engendra en el aparato respiratorio, las diversas condiciones climatéricas propias de los lugares elevados, invitan á establecer en estos sitios, *casas de salud*, destinadas á recibir á los anémicos, cloróticos, tuberculosos, neurosténicos, á todos aquellos enfermos de los lugares bajos, cuyas dolencias dependen en gran parte de la falta de glóbulos rojos, y consecutivamente de la carencia de oxihemoglobina.

En algunas de mis observaciones he tenido en mi favor la valiosa ayuda de los Sres. Profesores Alfonso L. Herrera, Dr. Manuel Toussaïnt y Dr. Ricardo E. Cicero, á quienes me es satisfactorio manifestar mi agradecimiento.

El Autor.

Marzo.—1893.

I.

Exposición de la teoría de la Anoxihemia.—Sus fundamentos.

La teoría de la anoxihemia tiene su base fundamental en el hecho cierto y perfectamente probado del enrarecimiento de las capas atmosféricas á proporción que están á mayor altura, lo que disminuye en igual proporción la tensión del oxígeno respecto á la que tiene al nivel del mar; raciocinando sobre esto, Jourdanet dice: "Conforme se traslada el hombre á sitios más elevados, encuentra que la presión atmosférica va disminuyendo gradualmente, y en México á la altura de 2,277 metros se observa una presión de 585 milímetros y no de 760 que es la que hay al nivel del mar. Como consecuencia, el litro de aire pesa en México solamente 1 gr. en vez de 1 gr. 3; ahora bien, como la relación de oxígeno es siempre la misma (23, 1 por ciento), mientras que al nivel del mar el litro de oxígeno pesa 299 milígramos, en México sólo pesa 230, lo que da una diferencia de 69. *Admitiendo ahora como exacto el cálculo que ha valorizado en 16 el número de inspiraciones que en un minuto hace el hombre*, resulta que en este tiempo el consumo de aire es de ocho litros en un minuto ó 480 en una hora; pero como en México hay una pérdida de oxígeno de 69 milígramos por litro,

se pierde el beneficio de 33 gr. de oxígeno por hora ó 794 en un día." (Jourdanet.—Les altitudes de l'Amérique tropicale, páginas 65 y 66.

Anotaremos desde luego que existe en este raciocinio una premisa enteramente falsa. El número medio de respiraciones en México, no está representado por la cifra 16 que corresponde á la media general de Europa y especialmente de Paris. En los cuadros de observaciones que están al fin, puede verse que la cifra media es 22 y este número es el mismo que encontró el Dr. Coindet en más de trescientas observaciones recogidas durante su permanencia en México y el mismo que observamos diariamente todos los médicos de la ciudad de México.

Más adelante, concluiremos con todo lo relativo á este interesante dato; porque importa ahora poner de manifiesto, la inexactitud de otros muchos que Jourdanet ha introducido á la ciencia, plagándola de errores, muchos que en realidad no tienen gran interés; pero algunos de la mayor importancia.

Influencia general sobre los indígenas y aclimatados.—En general todos los datos que Jourdanet ofrece á nuestro examen, tienen por objeto demostrar un estado de anemia generalizada á la totalidad de los habitantes de México y de las ciudades de la mesa central de la República, cuyos habitantes presentarían, según él, un aspecto enfermizo, débil, raquítico, un decaimiento gradual, (*déperissement*) que abarca á todas las razas y las hace impotentes para cualquier esfuerzo enérgico.

Asevera que la raza indígena, que es la única que físicamente se encuentra menos mal que las otras, adolece de una torpeza intelectual, por anemia del cerebro, que la incapacita para toda clase de progreso moral; el europeo es el único que en estos países puede desplegar gran inteligencia, pero en cambio sufriría más físicamente; en cuanto á la raza mestiza heredaría algo de uno y otro, facilitándosele de este modo el dominio sobre las demás.

Para deshacer este dato, bastaría recordar el grado de progreso y cultura de pueblos como el de los Incas del Perú y el

de los Emperadores de México; estos últimos nos han legado muestras de sus adelantos científicos, cuyas mejores pruebas son: su calendario, tan exacto como no lo estaba aún en Europa;[1] sus conocimientos sobre el sistema solar y muchas de las leyes que rigen la mecánica universal, el conocimiento de las órbitas de varios cometas cuyas apariciones predecían exactamente, sus artes industriales, etc.

Si en la actualidad esta raza se encuentra sumida en la abyección y la ignorancia que le procuraron sus dominadores de raza española ¿no vemos, sin embargo, salir de su seno, hombres como Benito Juárez y como Ignacio Altamirano? Pero Jourdanet dice que *Juárez era mestizo* (!) y no sé cómo se atrevió á decir tal cosa, sin procurar siquiera algunos datos biográficos para saber el origen del prohombre de *la Reforma.*

Si buscamos en los europeos, se nota que muy lejos de lo que Journalet asevera, se encuentran perfectamente aclimatados. Es cierto que los que ascienden en poco tiempo á la meseta de México sufren por fuerza el resultado de la falta de presión en la atmósfera. Transitoriamente experimentan tanto ellos como los mexicanos de las costas que se trasladan por ferrocarril hasta una altura de más de 2,000 metros, alguna fatiga respiratoria, sensación de sequedad en la garganta, los labios se les secan y agrietan, tienen laxitud general, cefalalgia, anorexia, lipotimias. Todos estos síntomas van desapareciendo gradualmente, y después de un tiempo que varía de quince días á cuatro meses, según los individuos, y probablemente según las estaciones, todo vuelve al estado normal que se hace estable. El clima es ya para ellos benigno y grato, y muchos se encuentran mejor que en los países de nivel inferior.

El Dr. Paul Maury, francés que ha viajado mucho en nuestro país, me dice: que el clima de México le es agradable, y que en la actualidad, se encuentra *perfectamente*, pues su salud y to-

1 En esa época no tenía aún el calendario que nos rige la modificación gregoriana.

das sus funciones son *tan normales* en él como lo han sido en otro tiempo en Europa. La prueba de esto bien pronto la tendremos al hablar de una ascensión al Popocatepetl, mirándolo llegar el primero entre los excursionistas, hasta el borde del cráter (á 5,200 metros) sin experimentar siquiera el mal de las montañas.[1]

Coloración de la sangre.—Según Jourdanet, la sangre de los mexicanos no sólo está anémica, sino que el exceso de ácido carbónico que tiene, y que es resultado de su falta de oxigenación, perturba más sus propiedades vivificantes, así como su color que ha visto modificado en la sangre que sale de cualquiera operación quirúrgica, lo mismo que en la de los animales que matan en los rastros. Esta coloración, en lugar de ser de un rojo vivo, como lo ha visto en Europa, es siempre negruzca como la que se extrae de una vena. Esto es enteramente inexacto, pues que se puede aquí, lo mismo que en Francia, valuar la cantidad de oximoglobina de la sangre, valiéndose de los distintos procedimientos colorimétricos empleados en Europa; y ya veremos más adelante las cifras que he determinado por medio del aparato de Henocque.

Sangría.—La anoxihemia sería también la causa de que en México no se pudiera, sin grave riesgo, practicar una sangría; y para refutar esto voy á recordar únicamente, que los indígenas de México tienen verdadero placer en sangrarse, y hay muchos de ellos aún, que se hacen sangrar copiosamente de mes en mes, porque así se encuentran muy bien.

Consancio precoz, inaptitud para los esfuerzos físicos, los azufreros del Popocatepetl.—Según Jourdanet, la fatiga respiratoria precoz en varios actos físicos que demandan alguna energía ó prolongarse por algún tiempo, impide por completo que puedan verificarse, pues aumentando de una manera exagerada la cantidad de ácido carbónico á consecuencia del movimiento y de la falta de oxigenación, el cansancio sobreviene en breve

1 Véase el cuadro de observaciones número 3.

tiempo, y tal es la razón por la que en la Mesa central de nuestra cordillera, no han podido nunca llevarse á efecto, ni las corridas de toros ni las carreras de caballos (!!).

A pesar de la anoxihemia de Journalet, unas y otras se verifican y, muy por desgracia nuestra, las corridas de toros encuentran en nuestra patria muchos aficionados; respecto á las carreras de caballos, Jourdanet dice que en México un caballo no puede sostener el galope en una extensión de más de 300 metros, y sabemos perfectamente que hay caballos mexicanos, nacidos en las planicies del Anáhuac, que corren en el hipódromo hasta 1,300 y 1,500 metros de pista.

Para prueba de esto, no hay más que consultar los muchos diarios de nuestra Capital, en los que constan avisos bastante detallados de dichas carreras, diversión que también se cuenta entre las que los franceses de México acostumbran para solemnizar su fiesta de *el 14 de Julio.*

Por último, traduciré un fragmento del relato de la ascención al Popocatepetl á que ya he hecho referencia, y que describe el Dr. Paul Maury: (V. L'écho du Mexique, 3 Juin, 1892). Este fragmento dice así: "A la una de la tarde trepamos sobre nuestras monturas, *rocinantes de aspecto el más triste, de huesos salien-*
" *tes, de cabezas temblorosas* como las de esos caballitos de abeto
" de la Suiza y del Tirol.

" Quien mira por la primera vez estas bestias éticas, se pre-
" gunta necesariamente si tendrán fuerzas para soportar siquiera
" el peso de un hombre, y se resiste á creer que *con su carga*
" *encima vayan luego á trepar cual si fuesen cabras por las pen-*
" *dientes escarpadas de la sierra.* No se les juzgue por su aspec-
" to..... pues en efecto nos trasportaron rápidamente....."

Si caballos de tan lamentable aspecto como el de los que describe Paul Maury, ascienden cual si fuesen cabras por las ásperas pendientes del Popocatépetl, desde Amecameca á 2,480 metros, hasta "La Cruz," sitio qne está á 4,300 de altitud. ¿No podrán verificarse carreras de caballos?.....

A pesar de que Jourdanet considera á la raza indígena como

la que menos mal sufre la anoxihemia, y todavía más, en algunos de sus escritos los considera perfectamente aclimatados,[1] contradice esto al hablar de los indígenas azufreros del Popocatépetl, en los que el trabajo muscular se encontraría tan mal como su trabajo cerebral; y dice, que estos hombres no pueden trabajar sino durante algunas horas del día, y sin poder resistir en su ruda tarea más allá de los 28 años. Esto es enteramente falso: en la ascensión á que he aludido y cuyos datos me transmitió bondosamente el Prof. Herrera (excursionista compañero de Maury) había un guía, el más fuerte de todos, que hizo las ascensión hasta el cráter, *dos veces consecutivas en unas cuantas horas.* Hay que tener en cuenta que mientras los turistas que van á estas excursiones llegan á caballo hasta "La Cruz" (4,300 metros de altitud) los guías hacen á pie el camino desde Amecameca, al paso de los caballos, y van además cargados con los instrumentos y bagages de los viajeros, ayudan á estos en su ascensión, y á pesar de todo no sufren la inmensa fatiga que podía suponerse.[2] Todavía otros rasgos que tomaré de la misma relación del Dr. Maury, y que pinta el vigor físico y moral de estos mismos indígenas que Jourdanet cree tan apáticos, tan negligentes: "Ahora ocupo yo la cabeza de la caravana, mi guía (*indí-*
" *gena*) me abandona, sube corriendo *tan rápido como un gamo*
" hasta algunos metros arriba del lugar en que me encuentro,
" se detiene, se vuelve hácia mí, y agitando su sombrero me
" grita: " *Viva México!*....." Habíamos llegado al vértice (Diario cit., 4 de Junio de 1892).

Para demostrar, por último, lo inexacto de lo que dice Journalet, respecto de esto, fijémonos en la observación núm. 40 del cuadro núm. 2 y ahí vemos que este criollo, Don Mariano

1 Véase "Les altitudes de l'Amérique tropicale," págs. 90 y 91.

2 Según Don Mariano Mendízabal, los hermanos Téllez, de más de 80 años, azufreros del Popocatepetl, vivían en el rancho de Tlamacas (á 3,897 metros de altitud) y subían al volcán con mucha frecuencia. Muricron los dos con reumatismo crónico. El Sr. Mendízabal es administrador encargado de los Volcanes.

Mendízabal, actual administrador encargado de los volcanes (el Popocatépetl y el Ixtacíhuatl) tiene en la actualidad 74 años de edad; hace algunos años unos malechores le infirieron siete puñaladas, entre ellas una penetrante de pecho que le ocasionó una pleuresía con derrame; este sujeto ha tenido 34 hijos, y hace año y medio tuvo el último, que nació perfectamente sano y muy vigoroso; en fin, á la edad de 66 años, acompañó hasta Tlamacas (á 3,897 metros) á una turista americana.[1]

Patogenia de las altitudes.[2] —Síncope, pediluvios calientes.— Se ha dado igualmente mucha importancia á los datos que se refieren á la patogenia propia de la Meseta del Anáhuac, y á la acción de ciertos medicamentos; datos también suministrados por Jourdanet, y todos inexactos, como vamos á verlo: Para Jourdanet el síncope sería tan frecuente (por supuesto en aquellos individuos que se reputan como poseedores del mejor estado de salud) que esta facilidad para que se presente haría extremadamente peligrosos los pediluvios calientes. Aun sentado que esté el individuo á quien se sujeta á un pediluvio de esta naturaleza, se le expone á un síncope mortal, resultado de la exageración de la anemia cerebral, que es ya un estado crónico de los habitantes de México. Ahora bien, con el fin de poder juzgar con exactitud respecto á esta aserción del Dr. Jourdanet, he practicado dos experiencias que me facilitaron ver á qué grado se

1 Los autores europeos se admiran, y no pueden explicarse cómo es posible que las mujeres de Quito (2,910 metros) que aman con pasión el baile, puedan soportar este ejercicio por muy largas horas.

"A los habitantes del Tibet se les da el nombre de *Bod*, que quiere decir *fuertes*..... Unen á la agilidad de los chinos, la fuerza y el vigor de los tártaros..... Viven á una altura comprendida entre 9,000 y 11,000 pies ingleses (tres á cuatro mil metros próximamente). Veinte sacerdotes budas viven en un convento situado á 15,117 pies (casi 5,000 metros). El suelo en que viven es árido, y se morirían de hambre, si regularmente no se les suministrase provisiones del Himalaya. Su alimento es bien miserable."..... A pesar de estas condiciones de malísima higiene y de otras semejantes, son fuertes, ágiles y vigorosos. "Los ejercicios gimnásticos, y sobre todo el baile, forman su mayor deleite." (A. E. Brehm, Maravillas de la Naturaleza, vol. I, pág. 47.

2 No hablaré de las enfermedades cuya etiología á *frigore* es bien conocida, é innegable la influencia de la altitud.

modificaba la tensión arterial bajo la influencia de estos pediluvios. En una y otra, con el fin de poner la mayor parte de las probabilidades en favor de la producción del síncope, escogí una hora bastante lejana de todo alimento[1] y un individuo joven, vigoroso, de nutrición activa, y en consecuencia más sensible á una derivación enérgica.

Coloqué sobre la canaladura radial del puño, el esfimógrafo de trasmisión de Marey, en combinación con un tambor inscriptor, obteniendo así un trazo sobre el cilindro con regulador de Foucault, dispuesto de manera que diese una vuelta por minuto. La gráfica así obtenida fué continua durante toda la duración de las experiencias, que en la primera ocasión fué de 28 minutos y en la 2ª fué de 14.

En la primera, después de tomar el trazo normal, apliqué el agua calentada á 38° C., y fuí elevando gradualmente su temperatura hasta 53°.

Esta temperatura fué la máxima que pudo soportar el sujeto, y apénas bastó para deprimir un poco la tensión arterial, acelerándose consecutivamente el pulso (de 78 por minuto antes del pediluvio, á 82 después). En la segunda experiencia la duración del pediluvio fué casi de 15 minutos; pero en esta vez la elevación de la temperatura fué mucho más brusca, puss casi inmediatamente se elevó la temperatura del agua á 53°.

Así pues, á pesar de haber concurrido varias circunstancias que facilitaban la producción del síncope no se presentó ni una lipotimia ligera. La derivación bastante enérgica y larga que se ejerció en una y otra experiencia, no bastó para producir una anemia del bulbo, capaz de este resultado que manifiesta lo contrario de lo que dice Jourdanet.

Agregaré que es de práctica corriente entre todos los médicos de la ciudad de México ordenar pediluvios calientes, siguiendo siempre las prescripciones que marcan los terapeutistas europeos, y *nunca* tenemos en cuenta ese peligro inminente de que habla Jourdanet.

1 Ocho horas después de un alimento ligero.

Albuminuria.—Las *albuminurias* que se presentan en México, ni son tan frecuentes como Jourdanet dice, ni creo que se trate en todos los casos de la albuminuria discrásica de Gübler, ni mucho menos que estén ligadas á la falta de combustión, á la desoxigenación barométrica de la sangre. Les cambios bruscos de temperatura, que si son propios de la meteorología de las altitudes, pueden ocasionar por sí la albuminuria á frígore, sobre todo entre la gente pobre, que duerme miserablemente sobre el suelo húmedo, y cuyo colchón se reduce las más veces á una delgada estera *(pétatl)*.

Tuberculosis.—Respecto á la tuberculosis, á cuyo desarrollo se opondría también la anoxihemia, vamos á demostrar que hay otras causas que pueden obrar en contra de su germen específico, y que son externas al organismo humano. En primer lugar, no es esta enfermedad tan rara en México como Jourdanet dice, mientras el autor de la anoxihemia en 30,000 visitas no encontró sino 6 tuberculosos, (?) veamos lo que nos dice aquí nuestra estadística.[1] En la Memoria que en 1879 presentó á la Academia de Medicina de México el Dr. Mejía y que fué premiada por esta Academia, consta la mortalidad general habida en la Ciudad de México en los quinquenios de 1869 á 1878. En el primer quinquenio, para una mortalidad de 37,953 individuos se encuentran 2,342 tuberculosos, es decir el 6.1 por ciento de las defunciones; en el segundo quinquenio para una mortalidad de 50,463 da 3,386 defunciones por la tuberculosis, ó sea el 6.7 por ciento; en la tesis del Sr. Coronel, que comprende el quinquenio de 1879 á 1883, la mortalidad es sólo para la tuberculosis de 3,878; por último, según la tesis del Dr. Sarmiento, que continúa la misma estadística, se tiene para

1 «Entre las enfermedades zimóticas la *tnberculosis* es la que produce mayor mortalidad en la ciudad de México, pues llega á 66 milésimas de la mortalidad general; esta cantidad es corta sin embargo, si se compara con la de Bruselas que es de 175 milésimas, ó la de París que es de 143 milésimas. [Lombard].»—Geografía Médica y Climatología de la República Mexicana, pág. 188.—Memoria escrita por el Dr. Domingo Orvañanos [de México].

esta enfermedad la cifra 5,325 defunciones, para 65,753 de mortalidad general ó sea el 8.10 por 100 durante los años de 1884 á 1888. No solamente resulta la comparación desfavorable á los asertos de Jourdanet, sino que aun puede inferirse que ha habido un aumento real en la mortalidad por tuberculosis, ó bien que antiguamente pasaban desapercibidos muchos casos de esta enfermedad.

A pesar de todo esto, no quiero decir que la altura sobre el mar no tenga influencia sobre la tisis, no; la tisis llega á desaparecer á cierta altura;[1] pero en nuestra República, en la ciudad de Toluca á 2,626 metros de altura, la tuberculosis todavía existe, y tan es así, que en el año de 1891 el Dr. Altamirano y el que esto escribe hemos ido á esa ciudad con el exclusivo objeto de aplicar la linfa del Dr. Koch al tratamiento de los tuberculosos que había en el Hospital de la misma; y en el mismo año el Gobierno del Estado hizo á Europa un considerable pedido de esta linfa.

Dos causas son seguramente las que como principales obran para disminuir los estragos de la tuberculosis en las altitudes, y que atacan á no dudarlo el bacilo de Koch: 1ª, *la temperatura:* más y más baja á proporción que la altura es considerable (1° por cada 350 metros, según el dato muy teórico de Flammarion), pues es bien sabido que el desarrollo de las bacterias no se hace tan bien á temperaturas inferiores á + 16° que á temperaturas comprendidas entre + 16° y + 40°.[2] 2ª, la acción de *la luz:* la intensidad de los rayos luminosos, tan notable en los países de gran altitud, es descrita con pluma de maestro por el mismo Dr. Jourdanet: nuestros hermosísimos crepúsculos con sus mil y mil brillantes tintas, la irradiación extraordinaria de la luz que se derrama á torrentes llenándolo todo con una claridad deslumbradora cuando el sol ocupa la mitad de su carrera, el brillo límpido de la luna y demás astros de

1 A 1,500 metros según Lombard.

2 Aunque es cierto que hay bacterias que se desarrollan á temperaturas inferiores á + 16°, no son éstas de las patógenas.

nuestras noches clarísimas de invierno, se encuentran perfectamente descritos en su obra "Les altitudes de l'Amerique tropicale." Sabemos también que Cornu deduce de sus experiencias, que conforme la altitud es más considerable, á consecuencia del menor poder absorbente del aire, el límite ultravioleta del espectro retrocede sucesivamente, al grado de que esta porción, que es invisible al nivel del mar, se hace visible en las alturas. Pues bien, teniendo la luz, como se sabe, una acción bactericida tan marcada sobre el bacilo de Koch, ¿no llegará á destruirlo por completo á proporción que ella aumenta?..... Indudablemente.[1]

Influencia social.—Fuerza era que la anoxihemia, produciendo en sus víctimas esa anemia cerebral crónica que las obliga á la apatía y á la inmovilidad, y que según Bordier las pone en el mismo estado en que están los aeronautas que olvidan á gran altura consultar su barómetro, tuviera una gran influencia sobre la sociedad, y dice Jourdanet para demostrar la acción de esta influencia, que mientras los pobladores de los lugares de poca elevación sobre el mar son vivos y turbulentos, los de las planicies del centro son apáticos y de movimientos lentos. ¡Qué lejos de la verdad apreció Jourdanet lo que se presentaba á su vista! Si se consulta nuestra historia se ve en ella que desde los tiempos más remotos las razas más guerreras, las más indómitas, las de civilización más avanzada, han sido las pobladoras del centro de nuestra cordillera. La más poderosa de todas, el pueblo de los Emperadores *Mexica*, fué en un principio como el pueblo romano, constituído por sólo un grupo de valientes que se situaron en la ciudad elegida por sus augures. Desde allí se convirtieron en los dominadores de todos sus vecinos, que pronto hicieron súbditos y tributarios. Las huestes aztecas avanzaron hasta Tehuantepec y las costas

1 El Dr. Orvañanos [de México] atribuye á la acción parasiticida de la luz una gran parte en la desaparición de la tuberculosis, en las altitudes. [V. Orvañanos.—Geografía Médica del Valle de México.]

del Golfo, triunfando de todos los que á su designio de conquista se oponían; y de este modo se aseguró hasta la venida de los españoles la preponderancia de los pueblos guerreros del Anáhuac. Cuando Hernán Cortés desembarcó en las costas de nuestro país, toda su ambición era llegar á dominar ese pueblo hasta entonces indómito y poderoso del gran Emperador Moctezuma, cuyo nombre oía pronunciar con miedo y con respeto. Y actualmente, ¿adónde está la Capital de nuestra República? ¿adónde nuestras ciudades más ricas y pobladas? ¿adónde nuestros centros industriales, nuestros principales colegios é instituciones científicas? Todo agrupado de preferencia en nuestras mesetas centrales.

Quien lea en la Geografía Médica de Bordier todo lo que en ella se refiere á *compresión atmosférica*, encuentra demostrado perfectamente y con gran erudición, la influencia que sobre el progreso de todos los organismos de la tierra ha tenido la decompresión sucesiva de la atmósfera. En las primeras edades geológicas, el globo terráqueo estaba comprimido por una atmósfera muy pesada, los gérmenes más inferiores no podían existir bajo presión semejante; las fermentaciones, resultado de la acción de un fermento figurado no podían tener lugar, y solamente podrían tenerlo, según el Dr. Paul Bert las fermentaciones *zimóticas*, que tienen por agente un principio soluble llamado *diastásico* (murosina, emulsina, etc.), que puede desarrollarse en condiciones de presión incompatibles con la vida figurada. Conforme la presión se fué haciendo menos exagerada al condensarse muchos vapores que pasaron á formar parte de la corteza terrestre, el peso de la atmósfera fué disminuyendo, á la vez que la proporción de oxígeno fué aumentando, los elementos figurados aparecieron, en seguida los vegetales primitivos que podían resistir á presiones mucho más considerables que los animales (hasta cerca de 7 y 8 atmósferas), y por último, los primeros animales, casi vegetales, susceptibles de poder soportar una presión, que todavía relativamente á las posteriores era exagerada. Los primeros seres de la escala animal, de sensa-

ciones muy obtusas, van perfeccionándose poco á poco: el órgano del oído que aparece en algunos moluscos de la época *siluriana* es tan imperfecto aún, que la audición casi no difiere de una especie de tacto que percibe de la periferia, vibraciones tanto más fuertes, cuanto que el medio es más denso. Los peces aparecen en el *siluriano;* pero toman en el devoniano mayor importancia, y el órgano de la audición está constituído en ellos por un simple vestíbulo membranoso, especie de saco lleno de líquido en el qne flotan pequeñas concreciones calcáreas. Los reptiles, que aparecen en la época de la hulla, tienen ya una oreja menos sencilla; pero carecen aun de órgano colector, la concha auditiva, que se desarrolla hasta los mamíferos; los que nacidos ya en un medio menos denso, se sirven de ella para reunir y concentrar las ondulaciones sonoras.

El gusto y el olfato son también percepciones de un orden fino, que no se verifican sino bajo ligeras excitaciones, pues una excitación más pesada y violenta no es la adecuada.

Una presión considerable dificulta hasta llegar á hacer imposible la emisión de los sonidos. En la campana de buzo, ó en el aparato de aire comprimido "Legay," no se puede silbar, y para platicar entre sí los experimentadores tienen que hacerlo á gritos. Según las experiencias de Bucquoy, se llega hasta experimentar una positiva dificultad para la articulación de los sonidos. En vista de todo esto, pregunta Bordier, si será posible que el lenguaje articulado, este medio de comunicación tan indispensable al progreso humano é indudablemente uno de sus principales motores, no haya sido imposibilitado en las primeras edades del hombre ó de su precursor, mientras tanto que la presión estuvo á un grado que hacía preciso un violento esfuerzo de parte de los órganos necesarios á la articulación de los sonidos.

Bordier, en fin, llega á decir que tal vez es permitido preguntar si ciertas funciones de los sentidos se perfeccionan más y más con el tiempo, afinándose á medida que el medio se haga menos denso *(más etéreo)*, y si en el porvenir, un decreci-

miento progresivo de la presión atmosférica, permitirá la realización de un tipo humano ideal, cuyas funciones y organismo sean más delicados que los del hombre actual.[1]

Hé aquí dos clases de efectos de la decompresión atmosférica enteramente opuestos por sus resultados, y que sin embargo unos y otros están admitidos por Bordier. ¿Qué será en el porvenir si se acentúa con el tiempo la rarefacción de la atmósfera? Lejos de realizarse el *tipo ideal* de Bordier, cuando la atmósfera sea más etérea, la anoxihemia de Jourdanet hará presa de todos: las playas mismas del Océano se encontrarán pobladas por anoxihémicos, apáticos, negligentes, de movimientos torpes, sujetos todos á una paz eterna, porque la *inacción será su lema*, el progreso humano será una paradoja, el mundo entero estará pronto á extinguirse en un síncope general, la desoxigenación barométrica de la sangre de Jourdanet terminará con todo.....!!

Experiencias de Paul Bert.—Lo que verdaderamente dió pávulo á esta teoría, lo que le extendió su credencial para poder ser admitida en el mundo científico, fué el apoyo que el sabio é inteligente Paul Bert, con sus ingeniosas experiencias y su claro talento, prestó á esta teoría. Es indudable que todos los fisiólogos de quienes es conocida la aptitud experimental é inductiva de este grande hombre, al leer sus obras y al ver los resultados de su experimentación, se encontrarán inclinados á la teoría de la anoxihemia. Pero permítasenos un momento hacer el examen de sus experiencias.

Para realizar P. Bert en su gabinete mismo las condiciones de rarefacción del oxígeno, como está en las atmósferas que tienen una presión menor que la de Paris, se valió de las ventajas que le proporcionaba una ley encontrada por él mismo en sus experimentos.

Dispuso tres campanas tubuladas de igual capacidad (casi 6

1 Estas hipótesis de Bordier son bastante teóricas y no nos detendremos á discutirlas.

litros) y las llenó: una de aire, otra de oxígeno puro, y otra de una mezcla en la que la proporción de oxígenoestaba muy disminuída (oxígeno 10 y ázoe 90). Invertidas estas campanas en el agua, ató á un perro grande y le puso una mascarillla elástica, que por medio de un tubo de caucho debía hacer que el animal respirase dentro de las campanas: *esto equivalía á respirar en una atmósfera en la que el oxígeno tenía una tensión proporcional á la cantidad que de él había en la mezcla*, ó lo que es lo mismo, á respirar en una atmósfera más ó menos enrarecida. Puso en seguida á descubierto la arteria femoral de dicho perro, con el fin de hacer la análisis de su sangre. Cuando ya el animal estaba en perfecta calma le hizo respirar durante cinco minutos en la campana que tenía sólo aire, y mientras respiraba, extrajo 25 centímetros cúbicos de sangre de la femoral, que sometió inmediatamente á la análisis cuantitativa del oxígeno, desalojándolo de su combinación oxihemoglobínica por medio del óxido de carbono. Después de un descanso de diez minutos, durante los cuales el perro respiraba libremente en la atmósfera, lo sometió á respirar otros cinco minutos, y de un modo idéntico, en las otras dos campanas, sucesivamente, siempre con un descanso de diez minutos, y cuidando de hacer en cada experiencia la análisis de la sangre.

Hé aquí los resultados de sus experiencias:

Respirando en el aire.....	15.1	de oxígeno.
En el oxígeno puro.....	19.0	„
En la mezcla.....	12.7	„

El experimento fué repetido tres veces con igual resultado. Como es indudable que esta experiencia tenía un defecto capital, que consistía en que el animal respiraba en un espacio cerrado, y poco que fuera, la cantidad de oxígeno disminuía y la proporción de ácido carbónico aumentaba, se hizo entonces una nueva serie de experiencias en las que se introducía constantemente oxígeno y se absorbía por la potasa el ácido carbónico, así en efecto se corregía la imperfección de las primeras,

y sin embargo los resultados fueron semejantes. Por último, el mismo Bert, así como Crocé–Spinelli y Sivel se sometieron á la experiencia, encerrándose en campanas de palastro en el interior de las cuales se rarificaba el aire. Para combatir la falta de oxígeno tenían á su disposición los experimentadores un tubo conductor de este gas, que estaba en otra campana, en la que había una presión idéntica á la que soportaban ellos. En una de sus experiencias, Paul Bert llegó á una presión mínima de 248 milímetros, que corresponde á más de 8,800 metros de altitud.

Además de la diminución de oxígeno de la sangre, demostrada por las análisis, las perturbaciones que tanto los animales como los experimentadores sufrían en el interior de las campanas de aire rarificado, eran las mismas que se presentan en el mal de las montañas, y que no relato por ser perfectamente conocidas de todo el mundo. En efecto, unos y otros se encontraban en igualdad de circunstancias á las que rodean á los *aeronautas.* Ahora bien, si las condiciones de tensión atmosférica son en todas estas experiencias las mismas á que se encuentran sujetos los habitantes de las altitudes, el experimentador y sus animales *no estaban* de ningún modo en las condiciones en que se encuentran estos habitantes. Paul Bert *se ponía en este caso* en las mismas condiciones que un *aeronauta;* pero el que *nace y habita en una altitud X*, no se encuentra en las condiciones de un *aeronauta.* No creo, pues, que sea lógico deducir de lo obtenido en hombres y animales nacidos y aclimatados bajo una presión de 75 cent., y sometidos casi bruscamente á una presión *X*, lo que puede pasar en un hombre ó en un animal, que no sólo individualmente y desde que nace, sino su raza entera, ha estado sometida desde largos años atrás y constantemente á la influencia de dicha presión *X.*

De todas sus experiencias Paul Bert ha llegado á concluir lo siguiente: *cuando la presión de las atmósferas disminuye, la cantidad de los gases contenidos en las angre disminuye también.* Por-

posición cierta en el caso particular en que se ponían los experimentadores; pero incapaz de generalizarse á los habitantes de las altitudes, por las razones ya dichas.

Análisis de la capacidad respitatoria de la sangre.—Viault. —Además de las experiencias de Bert que quedan relatadas, hay algunas que tienden á buscar la causa de una verdadera aclimatación en las altitudes. Valorizó la potencia de absorción para el oxígeno que tenía la sangre de algunos animales de "La Paz," que le fué remitida de este lugar por E. Guinault.[1] En esta sangre encontró muy aumentado ese poder de absorción respecto al que tenía la de los animales que viven en las llanuras europeas, y aun cuando esta conclusión no parece en la actualidad enteramente exacta, podemos ahora contar con las análisis que el Dr. Viault ha practicado en la hacienda de Morococha (Perú), á 4,392 metros de altitud, y cuyos resultados unidos con las numeraciones que hizo de glóbulos sanguíneos, le trajeron á esta conclusión: "*La proporción de oxígeno contenida en la sangre de los animales y del hombre que viven en el aire rarificado de las montañas elevadas (ya sean indígenas ó simplemente aclimatados), es sensiblemente la misma que la contenida en la sangre del hombre y de los animales que viven en los niveles inferiores.*"

Cantidad de ácido carbónico expirado.—Coindet.—Si la actividad de las combustiones del cuerpo humano, puede también medirse analizando la cantidad de ácido carbónico que de él se exhala, es indudable que deberá hacerse el estudio comparativo con las análisis practicadas en Europa; pero desgraciadamente no podemos contar para esto con más datos que los recogidos por Coindet, y bien sabido es que este desgraciado médico de ejército francés, tuvo que sufrir frases muy duras de Paul Bert, quien se expresó de él en los términos siguientes, aludiendo al trabajo que presentó: "*nada, absoluta-*

1 Estas análisis no tienen gran valor, porque la sangre enviada llegó pútrida. La cantidad de bacterias que contuviera tenía que engendrar variación en la cantidad total de oxígeno. (?)

mental nada, queda de este trabajo, al considerarlo desde el punto de vista químico."

En la época en que Coindet estuvo en México con el ejército expedicionario, no había en esta capital un solo laboratorio en donde hubieran podido encontrarse los útiles necesarios para la realización de experiencias tan delicadas como las que él emprendió; muchos de los instrumentos de que hizo uso fueron improvisaciones salidas de manos que no conocían el asunto en lo más mínimo, y los resultados tenían que ser necesariamente imperfectos.

Fisiolofía de le respiración, aumento de los elementos figurados de la sangre bajo la influencia de la vida en las altitudes, explicación que de aquí se deduce para las experiencias de Bert.—La respiración no es un fenómedo pasivo que se limita á verter más ó menos aire en los pulmones, como lo hacía Bert con los animales que sujetaba á respirar dentro de las campanas de la Sorbonne. Este aire se encuentra en los pulmones en contacto con los glóbulos de la sangre, *que en número suficiente* afluyen a la red capilar; los glóbulos llegan cargados de ácido cárbónico, negros, y se descargan de este gas ahí mismo, para que en el momento de la expiración se le facilite la salida. Pero al mismo tiempo la hemoglobina de los glóbulos se encuentra con el oxigeno del aire, se combina con él, y la sangre ya oxigenada vuelve al corazón y al circuito general modificada, roja, cargada de ese oxígeno que le hace suficiente para poder mantener la combustión íntima de los tejidos.

Si influye la tensión del oxígeno para su combinación con la hemoglobina, como se deduce de las experiencias de Paul Bert, no es sin duda esto un obstáculo insuperable para que la combinación se efectúe en el grado preciso, *siempre que hay el número suficiente de hemacias para absorber la cantidad necesaria al gasto orgánico;* tal cosa se deduce de las últimas observaciones de Viault. Los principios encontrados en el laboratorio de Bert podrán subsistir aplicables, á los individuos que sufren la decompresión de la atmósfera que respiran, cuando esta de-

compresión se hace en cortos instantes, como sucede con el aeronauta, con el que asciende á una montaña muy elevada, y con el experimentador que se introduce en la campaña de aire rarificado.

Pero aun en este caso, si atendemos siempre al resultado de las observaciones practicadas por Viault (aumento de los glóbulos rojos), observaciones que yo he podido confirmar en México, podemos decir resueltamente ante las experiencias de Paul Bert. No son para demostrar la *desoxigenación barométrica* de Jourdanet, sino la *desoxigenación globular*. En efecto, el aeronauta, el animal que respira en la campana tubulada, Paul Bert, Croce-Spinelli y Sivel metidos en un recinto de palastro, no han podido fabricar en tan poco tiempo el número suficiente de hemacias que deben recoger ese oxígeno, el que no obstante que se encuentra á una débil tensión, puede así servir perfectamente al hombre y á los animales de las altitudes. El aeronauta y los *experimentadores* se ponen en el mismo caso que un hombre sano al que se le practica una abundante *sangría*.

Concepciones teóricas que del aumento de los corpúsculos rojos de la sangre se deducen para la mecánica de la respiración.—Hasta aquí hemos visto que no es posible que la anoxihemia exista, y que el aumento de glóbulos aparece como el primer factor que facilita la aclimatación; pero ¿bastará por sí solo este medio? ¿será el único de que se vale el organismo para subvenir á sus necesidades? Fácil es comprender que la Naturaleza abastecida en recursos para todo, y cuyas leyes no es posible limitar, puede tener y tiene realmente otros medios que se unen al que hemos visto, para coadyuvar á la fácil aclimatación del hombre á las altitudes. Además por sí solo este medio sería imperfecto y vamos á demostrarlo. El número de glóbulos rojos aumenta en la proporción precisa para absorber la cantidad de oxígeno que va á alimentar el foco interno; pero para que esto se verifique, es indispensable que se aumente la superficie de contacto entre las hemacias y el gas vivificante. ¿Cómo conseguir esto? ¿Tendrá el corazón que acelerar sus latidos en la misma pro-

porción? Es decir, que en lugar de ser tres ó cuatro movimientos cardiacos por uno del tórax, van á ser 6, 8 ó 10 por 1, y si es 16 el número de respiraciones por minuto, el de pulsaciones va á ser de 96 á 160. Un esfuerzo de trabajo muscular ú otro cualquiera aumentan considerablemente las combustiones orgánicas, ¿á qué número tendrá que llegar el de las pulsaciones? Pero esto tiene que ser forzosamente, porque si la tensión es un obstáculo para que se combinen la hemoglobina y el oxígeno ¿de qué sirve aumentar simplemente el número de glóbulos rojos? ¿De qué sirve contar con un numeroso y lucido ejército, si en el momento preciso del combate no es posible ponerlo todo en batalla?

Ahora bien, siendo enteramente necesario que sea mayor el número de los glóbulos que deba penetrar á la red pulmonar, veamos si se consigue esto por la simple aceleración de la corriente sanguínea: En primer lugar, es difícil que así se consiga, pues si por este medio se aumenta el número de glóbulos que en el mismo tiempo atraviesan los capilares sanguíneos, en cambio aumentando la rapidez se disminuye el tiempo de contacto; y como tampoco hemos tenido en cuenta que el número de respiraciones *aumente*, hé aquí otro factor más, que tiende á hacer inútiles los esfuerzos del aparato de la circulación. Todavía más; ¿qué desarrollo tendría entonces que alcanzar el corazón para este exceso de trabajo? ¿y este desarrollo bastaría?

Supongamos ahora que lo que aumenta es el número de respiraciones, y de lnego á luego viene la idea de que esto sea mucho más factible que el aumento simple de las pulsaciones. Lo que se aumenta en este caso es lo menos y no lo más; luego el aumento podrá ser mayor. Las potencias que se ponen en juego son más poderosas y en mayor número;[1] luego el trabajo que se tiene que desplegar, queda así más repartido y es mucho menos intenso.

1 Músculos inspiradores y expiradores, elasticidad propia del tórax y del pulmón.

¿A qué número será preciso llegar si el aumento se hace proporcional á la altura, cuando esta es de 2,280 metros? á 22 por minuto, que en Paris mismo pueden presentarse individualmente, sin tener que emplear para ello grande esfuerzo. Así pues, es indudable que si se aumenta el número de respiraciones en la proporción indispensable, esto podrá ser muy posible: 1º porque los agentes de movimiento que para esto son necesarios, se pueden poner en acción sin ocasionar fatiga alguna, y sin gran aumento en el gasto: 2º porque así la aceleración de los latidos del corazón no tendrá que llegar á un número exagerado, pues bastará por término medio 66 á 88 pulsaciones por minuto, para que la proporción conocida se conserve exactamente: 3º porque es preciso renovar más á menudo ese aire que deberá oxigenar un número de glóbulos, cuyo número está aumentado, y que siempre están necesitando oxígeno. Pero hay todavía que hacer á esto último una objeción. Si suponemos que un individuo se agita demasiado por cualquier causa, pasan dos cosas: 1ª puede llegar un límite en el que la aceleración de los movimientos respiratorios constituyan por sí un elemento más de fatiga: 2ª que si aumentan de un modo exagerado se hacen perfectamente inútiles, pues el individuo que de este modo hace que el aire circule rápidamente por sus pulmones, se encuentra en el mismo caso que el perro que sometió Paul Bert á una rápida ventilación de sus pulmones por medio de un fuelle, y que á pesar de la gran cantidad de aire que así circulaba, murió asfixiado por falta de oxígeno. La formación de la oxihemoglobina no podría verificarse en estas condiciones.

Tenemos según esto que el aumento proporcional del número de respiraciones[1] puede bastar para que la compensación se establezca entre ciertos límites. ¿Pero qué factor, pues, vendrá á contribuir á la perfección que venimos buscando? *El aumento de la capacidad respiratoria pulmonar*. Dor-

1 Acompañado de un aumento de pulsaciones, pero que no tiene que llegar ya á un límite exagerado.

bigny explica ya la aclimatación en las altitudes entre nuestros indígenas, por la ampliación más fácil de sus pulmones. Coindet, con el cual fueron tan severos los sabios de su tiempo, confirma este modo de ver; Jaccoud afirma que el número de respiraciones y su *amplitud* aumentan sobre l'Engadine; Armieux demuestra por su parte el aumento de la capacidad vital en los enfermos de Bareges; pero Bordier dice que esto de nada serviría para la aclimatación de las altitudes, pues que por más que penetre aire en el tórax, la falta de tensión sería un obstáculo insuperable para la oxigenación de la hemoglobina. Prescindiendo de lo que ya hemos expuesto respecto á la ley encontrada por Bert, y teniendo en cuenta que ese desarrollo de la capacidad pulmonar es un hecho que he podido probar, y que pueden hacerlo, Bordier y cuantos lo quieran, con sólo trasladarse á examinar á los habitantes de las altas planicies, podemos decir con el Prof. Alfonso L. Herrera (de México). *El aumento de la capacidad vital á consecuencia de la altitud es un hecho* que á cualquiera hora puede demostrarse; es así que Bordier dice que este desarrollo *no puede servir* para el objeto; *quién se equivoca, la Naturaleza ó Bordier. . . ?*

Jourdanet mismo observó *de visu* este desarrollo del tórax en los indígenas del Anáhuac y en su obra "Les altitudes" que ya he citado, dice: EL INDÍGENA, EN EFECTO, PUEDE CONSIDERARSE COMO DEFINITIVAMENTE ACLIMATADO, POSÉE UN PECHO CUYA AMPLITUD PASA LAS PROPORCIONES QUE DEBERÍAN ESPERARSE EN SU CORTA ESTATURA. ASÍ, PUES, SE ENTREGA SIN DIFICULTAD Á EJERCICIOS QUE SORPRENDERÍAN EN CUALQUIER PAÍS. *Emprende á pie lejanos viajes y rara vez camina al paso.* LA CARRERA ES SU MODO DE ANDAR FAVORITO. *Se le ve en días sofocantes, con el cuerpo inclinado hacia delante, los brazos levantados, y un fardo sobre la espalda, emprender una excursión de diez á quince leguas diarias* (más de 62 kilómetros) PARA SOSTENER SU MODESTO TRÁFICO CON LA CAPITAL. SU VASTO PECHO LO ACOMODA Á ESTE AMBIENTE DELGADO AUN BAJO LOS *rayos de un sol abrasador; y toma ahí el elemento de una respiración al grado*

de poder resistir á las mayores fatigas y llegar á una vejez avanzada (págs. 90 y 91).

Esto dice Jourdanet del habitante por excelencia del país en donde no puede correr un caballo, y *el indio* no puede trabajar en el Popocatepetl sino cortas horas. . . ! En pocas palabras demostró, sin quererlo, que la aclimatación en las altas planicies puede ser perfecta para todo el mundo; y digo para *todo el mundo*, porque una influencia tan general como *la que tiene* la atmósfera, *en la que todos viven*, *en donde todos respiran*, no puede dejar de obrar en TODOS los que de grado ó por fuerza están sometidos á su influencia, sin excluir raza ni individuo, y por el contrario, el indígena que desde tiempo mucho más remoto está sujeto á la influencia de este medio, debería presentar más que ningún otro sus funestos resultados; debería llevar marcado como ninguno ese sello heridatario de los anoxihémicos, de los que sufren esa acción *tan general*, como es el frío de las regiones árticas, que así señala á todas las razas que se someten á su influencia.

Los europeos, de razas más vigorosas, más civilizadas y más aptas para la lucha por la vida que la mayor parte de los de otros países, ¿no es cierto que deberán por fuerza aclimatarse, donde el indígena está *definitivamente* aclimatado?

Por apreciar con todo el interés que nos presenta el párrafo de Jourdanet que hemos transcrito, y que nos hace ver que para él puede el indígena aclimatarse en definitiva, es decir, de un modo perfecto, y esto porque su amplio pecho lo acomodaba al ambiente delgado de las altitudes; nos hemos separado algo del examen de este último dato, que suministra la observación vulgar y mide el espirómetro.

Decíamos que en efecto esta amplitud corrige la falta que pudiera resentir la hematopoiesis en el momento en que el aumento del número de respiraciones y de pulsaciones llega á ser más bien nocivo que útil. Se comprende perfectamente que si el espacio dentro del cual tienen que encontrarse el aire y

la sangre se amplía, la lentitud que adquieran en su circulación, al atravesar este espacio, estará en razón directa de su amplitud, pues todos los fisiologistas saben que no es igual la velocidad que tiene el fluido sanguíneo en los vasos de entrada y salida del corazón, que la que tiene en los capilares de la grande y de la pequeña circulación, en donde la mayor lentitud favorece el cambio nutritivo de los tejidos por una parte, y el cambio gaseoso por la otra. Ahora bien, el mayor número de pulsaciones y de respiraciones vienen á acelerar la rapidez de la circulación pulmonar aérea y sanguínea, y es lógico suponer, que algo venga á disminuir esa velocidad; lo que se consigue sin gran esfuerzo para el organismo con sólo aumentar el número de capilares y alvéolos pulmonares en proporción al detenimiento que deben tener ambos fluidos, para que su contacto sea más largo y en consecuencia más fructuoso.

De estas concepciones puramente teóricas, se deduce: 1º que el aumento de la capacidad respiratoria en los habitantes de las altitudes, ya indígenas ó simplemente aclimatados, tiene que ser casi constante: 2º que mientras más se necesite aumentar la rapidez de la circulación pulmonar, las inspiraciones deben ser más amplias y profundas: 3º que en aquellos individuos que por su ejercicio habitual se vean forzados á una respiración mucho más activa (azufreros del Popocatepetl, artesanos, mineros, etc.), la capacidad respiratoria será mucho más grande que en aquellos de ocupaciones menos fatigosas.

Las observaciones espirométricas, nos demuestran que en en efecto existen todas estas modificaciones, y respecto á la útilidad que resulta de ampliar los movimientos inspiradores cuando el hombre necesita recoger más oxígeno, lo tienen tan experimentado los indígenas azufreros que guían á los que ascienden al Popocatepetl, que cuando trabajan en sus ascensiones no se nota que aceleren su ritmo respiratorio más allá de cierto límite; esta observación pertenece al Sr. Prof. Herrera, quien ha notado que sin que aumenten de un modo notable el número de sus respiraciones, las hacen más y más profundas,

y quizá por esto no se les ve la fatiga que sufren los demás viajeros. Conociendo los indígenas prácticamente el bien que les resulta de respirar de esta manera, invitan á los excursionistas á que hagan lo mismo.

Ahora que ya los sabios de Francia saben á qué atenerse respecto á anoxihemia, porque fisiólogos de talento y aptitud como Regnard, Viault y Müntz están demostrando que tal teoría no existe ni puede existir; y si creen exacta y razonada la demostración que creo haber hecho, respecto á que el aumento de la riqueza globular de la sangre *no basta* por sí sola para que se haga la aclimatación *perfecta* en las altitudes, sino que necesitan como factores constantes el aumento del número de respiraciones y de pulsaciones, más el aumento de la capacidad pulmonar, creo que serán menos injustos con su desgraciado compatriota el Dr. León Coindet, á quien corresponde el indiscutible mérito de haber sido el *primero* que se reveló en contra de la teoría de la anoxihemia.

He manifestado también en alguno de los párrafos anteriores, que se había dado grande importancia á las observaciones referidas por Jourdanet, relativas á la accion especial de varias substancias, tales como el café, los opiáceos, etc. Dichas substancias según él presentan en México una acción distinta de la que se les da en Europa, con respecto á la mayor ó menor energía con que obran sobre los organismos anoxihémicos; pero con todo lo que ya he puesto de manifiesto en contra de la exactitud de las principales observaciones de Jourdanet, creo que para esto es suficiente concretarme á decir: que todos son datos tan precisos como los que dió respecto á las corridas de toros y las carreras de caballos. Largo é inútil me parece insistir en demostrar que hay mayor número de esas observaciones inexactas, cuando ya por sólo lo expuesto se comprende

que más ó menos tienen que ser iguales entre sí, como procedentes todas del mismo origen.

Para terminar esta primera parte y parodiando á Paul Bert, diré: *Nada, absolutamente nada queda de la teoría de la anoxihemia si se considera desde el punto de vista científico y experimental.*

II.

Medios fisiológicos que compensan la falta de tensión del oxígeno.—Algunas observaciones de antropometría en los mexicanos.

Los cuadros de observación que presento sirven indudablemente para demostrar mucho de lo que he señalado ya, valiéndome de concepciones puramente teóricas, ó bien apoyado en observaciones recogidas por fisiólogos europeos de notable crédito entre los hombres de ciencia, como el Dr. Viault, de Burdeos, y otros.

Creo haber demostrado hasta la evidencia los equívocos que sufrió Jourdanet, al interpretar sus observaciones recogidas en México. Su teoría, tan bien fundada en la apariencia, y autorizada por las experiencias de Bert, ha sido además juzgada por el mismo profesor Viault, quien dice en sus informes rendidos ante las Academias de Paris y de Lima:[1] "*La anoxihemia, por lo menos como estado fisiológico crónico, no existe.*"

En este capítulo me ocuparé exclusivamente en interpretar las observaciones que he podido recoger. No tengo la pretensión de suponerlas completas; su número es relativamente pequeño; pero creo sin embargo, que son suficientes para obtener algunas conclusiones que puedan ser útiles.

1 Recuerdo con gratitud, que el informe presentado por el Dr. Viault, ante la Academia de Medicina de Lima, me fué remitido bondadosamente por el Sr. Dr. Elías E. Congrains, de la Facultad de Lima [República Peruana].

Por lo demás, me parece oportuno advertir que he cuidado de que haya en ellas la mayor exactitud posible.

Casi la totalidad de los individuos observados estaban enteramente sanos; pero no me he preocupado escogiendo los más vigorosos. Al contrario, se me puede reprochar que constan en las observaciones algunas que se han obtenido en personas casi convalecientes de un estado patológico, ó colocadas aún bajo su influencia. La explicación de esto es: que he observado indistintamente todas aquellas que la oportunidad me presentaba, precisamente para no preocuparme al eliminar á los débiles y observar solamente los más vigorosos; así pues, únicamente he desechado personas cuyo estado morboso se presentaba perfectamente claro. De este modo, en aquellas en que se advertían algunos síntomas de anemia, pude averiguar cuál era la causa legítima á la que debía yo atribuir su enfermedad, ó si había algunos en que pudiera considerarse como esencial. Además, pude obtener por este medio otras ventajas, que serán reales y de muchísima importancia, cuando contemos con un número mayor de observaciones, y que son: averiguar hasta qué grado es frecuente la anemia en nuestro país, y entre qué límites la cifra de glóbulos rojos debe considerarse como la normal en el hombre sano.

En los pocos casos de anemia que constan inscritos en el cuadro número 2, y en los que esta enfermedad apenas se acentuaba por ligeros síntomas,[1] se ve que la cifra de glóbulos rojos se encuentra comprendida aún entre las que asignan Malassez y Hayem como promedio, y en consecuencia se deduce que si atendemos en estos casos solamente á la cantidad de hemacias, no hay en todas estas observaciones un solo anémico.

Practicadas casi todas estas observaciones en el hombre adulto, los promedios obtenidos se refieren á él precisamente. En otra serie de estudios me ocuparé en investigar los datos relativos á la mujer, al niño, etc.

1 Cansancio, lipotimias ligeras al tiempo de levantarse, anorexia, etc.

A causa del pequeño número de observaciones, y por el hecho de haber comprendido en ellas á varios individuos que estaban casi convalecientes no pueden generalizarse los resultados á todos los habitantes de México. Los promedios que sirven para indicar el vigor físico, tienen que ser un poco inferiores á los reales; sin embargo, he procurado medir con la mayor aproximación posible el que poseen algunos individuos, para poder comparar con medidas semejantes hechas por los autores europeos. Desgraciadamente para mi objeto, entre nosotros no existe un verdadero estudio de antropometría, y no bastan los datos aislados y únicos con que podría contar: consideré, pues indispensable tomar algunos datos de antropométricosy de dinámica parcial, relacionados con el objeto de este estudio.

Antropometría, dinámica parcial.—Antes, pues, de sujétar á un maduro examen los datos más importantes para nuestro objeto, es decir, aquellos que se relacionan de un modo más directo con el estudio de la respiración y de la circulación, debemos fijarnos aunque sea un momento en estos resultados de antropometría parcial.

En Francia, Chassagne y Dally son los que más especialmente se han dedicado al estudio de la dinámica del hombre; sus resultados, basados en centenares de observaciones, no serán por su número comparables con los que yo he obtenido de un número mucho menor; pero á pesar de esto, se aproximan en general lo necesario, para que pueda creerme autorizado para admitirlos como *muy próximos* á los reales, y suficientes para esblecer ciertas conclusiones.

Para medir la fuerza de los flexores de las manos he usado del dinamómetro de Collin, que es perfectamente conocido. La apreciación de los datos obtenidos por medio de él, es delicada: no todos pueden abarcar convenientemente sus dos ramas; algunos por su mano demasiado pequeña, y otros porque su torpeza les impide comprender bien el manejo y aplicar el esfuerzo muscular en el punto preciso: gran parte de este esfuerzo se pierde sin ser señalado por la aguja, y de aquí la necesidad de

hacer un número considerable de experiencias. El dinamómetro usado, no tiene graduación para más de 70 *kilos;* por esta razón se verá en el cuadro, que no están valorizados exactamente los esfuerzos cuya energía pasa de esta cifra.

He aquí los resultados, en comparación con los que nos suministran estos hábiles experimentadores.

EN MEXICO.										Según Chassagne y Dally.				
Promedios generales.					Promedios entre los indígenas observados.									
Talla media.	Peso.	Fuerza de los flexores de la mano derecha.	Idem ídem de la izquierda.	Idem ídem de las dos.	Talla media.	Peso.	Fuerza de los flexores de la mano derecha.	Idem ídem de la izquierda.	Idem ídem de las dos.	Talla media.	Peso.	Fuerza de los flexores de la mano derecha.	Idem ídem de la izquierda.	Idem ídem de las dos.
m 1,645	kil. 62,00	kil. 45,09	kil. 36,00	kil. 70,00	m 1,66	kil. 66,20	kil. 49,61	kil. 35,00	kil. 68,00	m 1,615	kil. 62,50	kil. 42,46	kil. 41,12	kil. 72,68

Por este cuadro, se ve que casi son iguales entre sí los términos medios encontrados por Chassagne y Dally, con los que yo presento, y necesariamente que el vigor físico de los individuos examinados por aquellos médicos, es igual al que poseen los que yo pude observar, no obstante contarse entre estos varias personas sujetas á causas debilitantes de origen morboso.

Pongo aislados los datos recogidos entre los indígenas de México, por ser éstos los que justamente se consideran como los legítimos habitantes de nuestras altas planicies, y si es cierto que presentan cierta superioridad física, advertiré de hoy para siempre, que no es de creer por esto que su desarrollo y aclimatación sean más perfectos: hay observaciones de algunos criollos, en que se muestra una superioridad considerable sobre los indígenas,[1] lo que prueba que tanto el indio como el mestizo pueden aclimatarse igualmente. La razón de esta superioridad que manifiestan los datos recogidos entre los indígenas, depende de que casi todos los que he podido examinar pertenecen á la clase rural; sus ocupaciones son principalmente en el campo, y bien sabido es el poder vivificante que tiene este género de vida, y el mayor desarrollo físico que produce.

Si comparamos con las cifras medias que nos presentan Chassagne y Dally para la población rural francesa, encontramos una equivalencia muy próxima entre ellas y las que dan los indígenas.

Población rural (Chassagne y Dally).				Indígenas.			
Talla media.	Peso.	Circunferencia torácica.	Flexión de las manos.	Talla media.	Peso.	Circunferencia torácica.	Flexión de las manos.
m	kil.	m	kil.	m	kil.	m	
1,690	68,7	0,9103	82,30	1,660	66.2	0.9723	.....

A la simple inspección y sin recurrir á ninguna medida, se puede creer que la talla media general de los indígenas es menor que la de los criollos, y si conforme á estos datos parece lo contrario, es sin duda por la razón dicha; pues entre el pequeño

1 Véase como ejemplo de esto la observación 53 del cuadro número 2.

número de indígenas que han suministrado estos datos se comprende casi exclusivamente, hombres consagrados á las tareas del campo, así como los *azufreros* que tienen comunmente tallas elevadas y constituciones muy vigorosas.

Si nos fijamos en la relación que hay entre la talla media y el peso: ($1^{m}645^{mm}$ y 62 *kilos*), encontramos una prueba más de que esta relación se conserva en México de la misma manera que Arnould señala en sus *Elementos de Higiene*: según este autor, un hombre de una talla de 1^{m} 60 centímetros poco más ó menos, pesa por término medio 60 *kilos*, es decir, casi tantos *kilos* cuantos centímetros pasan de un metro. Entre los indígenas se observa que esta relación es más ventajosa, pues su peso medio excede esta relación.

Se presenta en estos resultados un detalle que es también digno de llamar la atención: la fuerza de los flexores de la mano derecha sobrepuja mucho á la fuerza de los de la izquierda (sobre todo entre los indígenas) y en un grado mucho mayor que en las personas observadas por Chassagne y Dally. Creo que esto puede explicarse: Durante mucho tiempo, en México ha estado abandonada por completo la educación física del individuo, llevada á efecto por la gimnasia y otros ejercicies. El resultado de esto ha sido, que el desarrollo corporal se efectúe casi espontáneamente, sin sujetarse á más leyes que las de la costumbre, según las cuales, el mayor uso de la mano derecha la desarrolla mucho más que á la izquierda, y de aquí una notable diferencia entre el poder de acción de una y otra mano. El establecimiento de gimnasios, la reglamentación de ese desarrollo y del empleo del poder muscular, para hacerlo más útil, más proporcionado, y que tiende á igualar los usos de ambos miembros, derecho é izquierdo, se encuentra en Francia desde una época mucho más lejana que entre nosotros; pues aquí, casi sólo en estos últimos años se procura que el joven, y sobre todo el niño, se sujeten á ese ejercicio reglamentado, tan útil para el desarrollo proporcionado de todos nuestros grupos

musculares, y único que contrarresta el resultado fatal de la costumbre.

Modificaciones del aparato de la respiración.—Paso ahora á examinar los resultados más importantes que proporcionan las observaciones que he recogido, y que se relacionan directamente con el estudio de la aclimatación en las altitudes; puesto que ésta depende particularmente de la adaptación de los aparatos respiratorio y circulatorio. Su funcionamiento especial tiene aquí que hacer *el todo*, ya sea modificándose en su parte puramente mecánica, ya sea aumentando el poder de absorción por el oxígeno, gracias á los distintos medios de que vamos á tratar en adelante.

Es indudable que las funciones del aparato de la respiración, son las primeras que empiezan á modificarse desde el momento en que varían las condiciones atmosféricas. En los aeronautas, la aceleración en el ritmo respiratorio es muy notable y constante, en las campanas de aire rarificado, en suma, en todos los casos en que la sangre tiene sed de oxígeno, los primeros fenómenos que se presentan por un reflejo siempre consecutivo, son: la aceleración de los movimientos respiratorios y de una manera correlativa, la aceleración del pulso. ¿También será por un acto reflejo como se produce esta aceleración en el individuo que se aclimata en las altitudes? Es lo más probable; pero en este caso la aceleración no se hace de una manera violenta como en el aeronauta: según León Coindet, en los soldados del ejército francés en México, se observó que este fenómeno se producía lenta y gradualmente, coincidiendo este período con el de las perturbaciones que existen antes de hacerse la aclimatación perfecta, y á las que ya me he referido en otro lugar. Todas estas molestias las veía desaparecer en los soldados franceses, cuando el número de sus respiraciones era igual al que se observaba entre los mexicanos (22 por minuto, término medio). [1]

De la frecuencia con que observamos entre los habitantes del

1 Según Coindet, á la vez que el ritmo se aceleraba, se producían el aumento de la circunferencia del tórax y el de la excursión toráxica.

Valle de México esta aceleración del ritmo respiratorio, podemos ya deducir la importancia que debe de tener entre las condiciones de aclimatación; sin embargo, no es de creer que sea enteramente indispensable, pues que tenemos observaciones que demuestran 16 ó 18 respiraciones por minuto y en los que no obstante se verifica la compensación: la mayor amplitud de las inspiraciones combinada á la riqueza del fluido sanguíneo, vienen entonces á constituir los factores principales.

En el cuadro siguiente, constan las cifras medias obtenidas de las 103 observaciones de los cuadros 1 y 2.

MÉXICO.					PARIS.				
Número de respiraciones por minuto.	Circunferencia media del tórax.	Longitud del esternón desde la orquilla hasta la unión con el apéndice xifoide.	Excursión torácica.	Cantidad de aire inspirado.	Número de respiraciones por minuto.	Circunferencia media del tórax. (Chassagne y Dally).	Longitud del esternón desde la orquilla hasta la unión con el apéndice xifoide.	Excursión torácica.	Cantidad de aire inspirado.
22	m 0,886	cent. 17,7	cent. 10	Lit. 0,52	18	m 0,850	cent. 16	cent. 7 á 8	Lit. 0,50
Promedios generales.									
24	m 0,972	cent. 18,5	cent. 11	Lit. 0,65					
Promedios de los indígenas.									

Hutchinson, entre un gran número de observaciones, ha podido encontrar una media de 19 respiraciones por minuto, y en el cuadro que presenta, se nota que los números comprendidos entre 16 y 20 han sido presentados por la mayoría de las personas observadas, mientras que según el cuadro anterior la mayoría hace ver cifras comprendidas entre 20 y 24, siendo la cifra 22 la más frecuente de todas.[1]

Según Quételet, el número medio de respiraciones que en un minuto hace el hombre adulto, oscila entre 16 y 19, y 16 es el número que escogió Jourdanet para hacer su cálculo, por ser éste el más admitido en Francia como promedio. Entre estos números tomo la cifra 17 y para México la cifra 22, con el fin de buscar la relación que hay entre el número de respiraciones, la presión barométrica de México y la presión barométrica de Paris:

Presión en Paris.....	75 cent.
„ „ México.....	58 „
Número medio de respiraciones en Paris..	17
„ „ „ en México.	22

Dividiendo entre sí respectivamente estas cuatro cantidades, para encontrar esta relación:

$$\frac{75}{58} = 1{,}293 \qquad \frac{22}{17} = 1{,}294$$

La diferencia entre estos cocientes es solamente de un milésimo, que podemos despreciar para establecer la siguiente proporción:

$$75^{\text{cent.}} : 58^{\text{cent.}} :: 22^{\text{R}} : 17^{\text{r}}$$

Las presiones de Paris y de México, son inversamente proporcionales al número medio de respiraciones que presentan los habitantes de una y otra ciudad. O lo que es lo mismo: *el*

1 En México han demostrado experimentalmente este número medio de respiraciones los Sres.: Dr. J. M. Bandera, profesor de Fisiología, Dr. Luis E. Ruiz, profesor de Higiene, y A. G. Iglesias, profesor de Microscopía.

número medio de respiraciones que hace el hombre adulto, es directamente proporcional á la altitud del país en que se encuentra aclimatado, é inverso á la tensión de la atmósfera que respira.

Otro medio para comprobar esto mismo, es decir, que el número de respiraciones viene á compensar la poca tensión atmosférica, sería el siguiente: La cantidad de aire que penetra á los pulmones durante una inspiración normal, se ha calculado aproximadamente en Europa, igual á $0.^{\text{litros}}500$, casi la misma, muy poco mayor ($0.^{\text{Lit}}02$ de diferencia), es la cifra media que he podido valorizar en mis experimentos. Ahora bien, en vista de esta pequeña diferencia podemos suponer que ambas representan medio litro. Si multiplicamos por 17 y por 22 para saber el volumen de aire que penetra en un minuto, tendremos:

$$17^{\text{R}} \times 0.^{\text{L}}50 = 8.^{\text{L}}50$$
$$22^{\text{r}} \times 0.^{\text{L}}50 = 11.^{\text{L}}00$$

Un litro de aire á 0° y 76 centímetros cúbicos de mercurio pesa $1.^{\text{gr}}293$, ¿podemos saber cuál es el peso de $8.^{\text{L}}50$ á la presión de 75 cent. y de 11 litros á la presión de 58 cent.? Para la resolución de este problema nos servimos de la fórmula de Mariotte:

$$P = \frac{1.^{\text{gr}}293 \times H \times V}{76}$$

Sustituyendo:

$$P' = \frac{1.^{\text{gr}}293 \times 75^{\text{cent.}} \times 8.^{\text{L}}50}{76^{\text{cent.}}} = 10.^{\text{gr}}63$$

$$P'' = \frac{1.^{\text{gr}}293 \times 58^{\text{cent.}} \times 11.^{\text{L}}00}{76^{\text{cent.}}} = 10.^{\text{gr}}85$$

Vemos demostrado aquí con la mayor claridad que el peso total de aire que en un minuto penetra á los pulmones, es casi exactamente el mismo en ambos casos. El aumento proporcional en el volumen del aire, compensa la menor densidad, y por este medio hay á disposición de las hemacias que ocupan la red pulmonar, siempre la misma cantidad de oxígeno.

Todavía más: con las cifras que ya poseemos, se puede saher el volumen de aire que se inspira en mayor tiempo.

	Paris	México.
Litros de aire en una hora.....	510	660
,, ,, 24 horas.....	12240	15840

Las tablas construídas por Lombard, nos suministran las fracciones de gramo de oxígeno contenidas en un litro de aire, á diferentes temperaturas y presiones. Si multiplicamos ahora por estas cantidades, podemos saber en peso la cantidad de oxígeno qne á las dos presiones y la temperatura de 15°, contienen estos volúmenes de aire.

Según Lombard:

A 750^{mm} y á 15° el litro de aire contiene.. $0.^{gr.}27481$ de oxígeno.
A 580^{mm} ,, ,, ,, ... $0.^{gr.}21994$,,

Multiplicando:

En Paris... $12240^{L} \times 0.^{gr}27481 = 3.^{kil.}422$ de oxígeno en 24 horas.
En México. $25840^{L} \times 0.^{gr}21994 = 3.^{kil.}483$,, ,, ,,[1]

Lo que da una diferencia de 61 gr. siempre en favor nuestro.

He insistido sobre este punto para demostrar numéricamente la necesidad del aumento del número de respiraciones, proporcionalmente á la presión atmosférica, y dar esta nueva confirmación á lo que he anticipado sobre esto, en el primer capítulo de este estudio.

Como no es este medio, la aceleración del ritmo respiratorio, el único factor de compensación, se puede presumir *á priori*, que varíe en ciertos límites siguiendo siempre las mismas leyes que pueden obrar sobre este fenómeno, en cualquier país. La mayor amplitud de las respiraciones está casi siempre unida correlativamente al número de respiraciones. En el niño (además de otras razones que obran sobre esta aceleración) y en el anciano, la capacidad aérea es menor, en uno por falta de desa-

1 Este cálculo ha sido ya hecho por el Sr. Profesor Alfonso L. Herrera.

rrollo, y en el segundo por decrepitud del poder mecánico: esto hace que en ellos el número respiraciones sea mucho mayor. En el hombre adulto pasa la inversa, en éste lo normal es que pueda llenar con mayor cantidad de aire sus pulmones, su tórax es más amplio y sus músculos más poderosos, el número de respiraciones es menor que en las otras dos edades, y siempre regular. Igual punto de comparación puede establecerse entre la mujer y el hombre, y todo esto se nota perfectamente comprobado en las exactas observaciones de Hutchinson.

En el primer capítulo expuse que el aumento de la capacidad respiratoria del pulmón, tiene que servir de complemento casi indispensable para la verificación de los fenómenos *oxi-hemáticos;* no es esta modificación, sin embargo, tan constante como la que acabo de mostrar respecto del ritmo de la respiración, y esto se explica bien sencillamente. El aumento en la profundidad de las inspiraciones, es solamente indispensable para los momentos de fatiga que exageran la actividad de las combustiones orgánicas, y cuando la aceleración considerable del pulso y una rápida ventilación de los pulmones, necesitan de este medio que viene á facilitar la hematosis de dos maneras: en primer lugar, introduciendo un volumen proporcionalmente mayor de aire, y en segundo lugar, contrariando el efecto funesto que resultaría de la mayor rapidez con que en esos momentos circulan la sangre y el aire: esto se consigue en efecto, aumentando proporcionalmente la superficie que recorren ambos fluidos, del mismo modo que un torrente disminuye de velocidad á proporción que su cauce se ensancha. De una manera semejante viene á obrar aquí la mayor amplitud de las inspiraciones, ensanchando el cauce del torrente sanguíneo, que puede aumentar así su tiempo de contacto con el oxígeno, á la vez que le presenta una superficie de oxidación que es también proporcionalmente mayor. Pero cuando esta fatiga nunca se presenta, ó si acaso, es siempre en un grado mucho menor, como en el que está siempre sujeto á una vida sedentaria, no hay necesidad para tal aumento, pues 22 ó

28 respiraciones por minuto, 80 ó 90 pulsaciones en el msmo tiempo, no es todavía para que por esta rapidez se impida la combinación del oxígeno, y vemos que aún en Europa hay individuos que presentan estas cifras en perfecto estado de reposo.

Así pues, con los cálculos numéricos que he presentado, se demuestra que en el estado de reposo, basta en general para poder contrarrestar la acción del enrarecimiento del aire, aumentar proporcionalmente el número de respiraciones. Pero si á nuestra altura se ofrece un motivo de fatiga, por pequeño que sea, la necesidad de hacer las inspiraciones con más amplitud, es más vehemente. Todo hombre, por sedentaria que sea su vida, tiene que sostener algún esfuerzo físico y que le causa una fatiga de la que le es imposible eximirse: de aquí la necesidad de que hasta en esta clase de individuos se encuentre aumentada su capacidad aérea, con relación á la de los habitantes de los países de pequeña altitud; bien que en mucho menor grado que en aquellos cuya actividad física es más grande.

Según M. Duval, la capacidad media es de 3 á 3½ litros: para Bourgery varía, en el hombre, de 2.$^{Lit.}$50 á 3.$^{Lit.}$50; Hutchinson ha encontrado en el hombre adulto, 2 á 4 litros y da el cuadro siguiente:

15 á 25 años.....	220	pulg.	cúb.	ó sean	3.$^{L.}$520
25 á 30 ,, ...	222	,,	,,	,,	3. 552
35 á 40 ,, ...	228	,,	,,	,,	4. 648
40 á 45 ,, ...	212	,,	,,	,,	3. 392
45 á 50 ,, ...	201	,,	,,	,,	3. 216
50 á 55 ,, ...	197	,,	,,	,,	3. 152
55 á 60 ,, ...	162	,,	,,	,,	2. 912

Por último, Arnold nos da el cuadro que sigue y que comparo con los resultados que yo he obtenido.

TALLA.	CAPACIDAD AÉREA. Arnold.	México.
1545mm á 1595mm	2.L738	4.L140
1595 á 1645	3. 074	4. 420
1645 á 1695	3. 385	4. 635
1695 á 182	3. 810	5. 150
Media general.....	3.L251	4.L086

Si en estos resultados se desprecian los 165 milésimos de diferencia, podemos fijar en números redondos:

Capacidad vital media en París..... 3 litros.
" " " México..... 4 "

Si buscamos la misma relación que hay entre el número de respiraciones y las presiones, tendremos:

$$\frac{4^L}{3^L} = 1.33 \qquad \frac{75^{cent.}}{58^{cent.}} = 1.29$$

Despreciamos estas cuatro centésimas de diferencia:

$$4^L : 3^L :: 75^c : 58^c$$

Los promedios de las capacidades respiratorias de los habitantes de París y de México, son respectiva é inversamente proporcionales á las presiones barométricas de una y otra localidad.

La misma ley que rige la aceleración del ritmo respiratorio.

La medida de la capacidad aérea pulmonar, no es tan fácil de precisar con exactitud, á las condiciones que es necesario que tenga un aparato propio y bien construído, hay siempre que añadir la dificultad que se encuentra para su buen manejo, que no todos comprenden. Es preciso adiestrar al individuo que va á ser observado, antes de sesolverse á fijar una cifra como el resultado más exacto; de aquí ha resultado que algunos antropometristas, pulsando estas dificultades que dañan á la precisión de las observaciones, han recurrido á las medidas de la

circunferencia y de la excursión torácicas, que pueden obtenerse con mayor facilidad y precisión, y guardar con la capacidad vital del hombre sano, una relación constante.

A estas medidas es bueno unir otra: la que suministra la longitud del esternón, cuya longitud está relacionada con el diámetro vertical del tórax, y naturalmente completa estos datos volumétricos. En esta longitud tenemos solamente en cuenta la distancia que hay desde la orquilla ó extremo superior del puño, hasta el extremo inferior de la hoja, en su punto de unión con el apéndice xifoide; pues sabido es que este varía individualmente tanto en forma y dirección como en tamaño, y sobre todo, se encuentra fuera de la cavidad que tratamos de medir.

Sin embargo, la capacidad respiratoria no siempre está en relación absoluta con la circunferencia del tórax, que puede aumentar independientemente por la acumulación de tejido grasoso bajo de la piel, y este error puede subsistir aunque se tome la medida, como yo la he tomado, inmediatamente abajo del límite inferior de los pectorales. En este caso, la excursión del tórax es la que mide verdaderamente esta capacidad, ligada siempre con la mayor ó menor extensión que recorren las costillas á consecuencia de los movimientos de inspiración y de expiración.

Recurriendo al cuadro comparativo de la página 41 veremos que la circunferencia del tórax y la excursión torácica, son:

	Paris.	México.
Circunferencia	0, 85 cent....	0, 88 cent.
Excursión.....	7 á 8 cent.....	10 cent.

Si dividimos 88 por 85, encontramos una relación muy semejante á la que he venido demostrando, pero no idéntica; mas si esto mismo hacemos con los números que corresponden á la excursión del tórax, que según Milne Edwards tiene mayor importancia para la medida de esta capacidad, resulta:

$$\frac{10^{\text{cent.}}}{7.^{\text{cent.}}50} = 1{,}33$$

Exatamente la misma relación que hemos encontrado entre $\frac{4^{L}}{3^{L}}$ que corresponden al promedio de la capacidad vital de los habitantes de México y de los de Paris.

La longitud del externón es también más grande entre los mexicanos, y se encuentra casi en la misma relación que cada uno de estos factores; pero como sucede para la circunferencia, esta relación es un poco menor que la que he demostrado respecto á otros.

Para concluir lo relativo á las modificaciones del aparato respiratorio, me queda que añadir solamente algunas advertencias que se refieren á los datos recogidos entre los indígenas, cuyas observaciones constan entre los números 41 y 48 del cuadro número 2. Estos indígenas, el día anterior á aquel en que se les examinó, habían ascendido al cráter del Popocatepetl, y fueron examinados casi inmediatamente después de su descenso. Quizá á esta circunstancia se debió que su capacidad respiratoria y el número de glóbulos rojos fuese menor que el que esperaba yo encontrar en ellos (?). Es cierto también que esta observación se hizo en un espacio muy pequeño de tiempo (3 horas) y, en consecuencia, en condiciones que no fueron por completo satisfactorias. Pero por otra parte, las observaciones personales del Sr. Profesor Herrera han demostrado que la capacidad respiratoria disminuye después del ascenso á una montaña elevada, fenómeno probablemente debido á la fatiga muscular que de ello resulta.

Varios de estos mismos indígenas habían sido ya observados por el Sr. Prof. Herrera, durante la ascensión al Popocatepetl, que verificó en compañía del Dr. Maury. En el cuadro número 3 constan estas observaciones, que pueden servir de confirmación para algunos de los resultados á qne yo he llegado.

Aparato de la circulación.—Al hablar del aumento del número de respiraciones, he dicho que el de pulsaciones está

igualmente aumentado: este aumento tiene que ser naturalmente proporcional, y en efecto, si nos fijamos en la relación que hay entre el término medio que corresponde al número de respiraciones y el que corresponde al número de pulsaciones (22[R] y 80 á 82 puls.), encontramos que esta relación es de poco más de tres pulsaciones por un movimiento respiratorio. La misma que se ha señalado en Europa.

Llegamos ahora al estudio del factor que de una manera decisiva, constante y con certeza preponderante, asegura la aclimatacion del hombre en las altitudes. El Dr. Viault es el primero que lo ha presentado como un hecho real é innegable: *el aumento de los corpúsculos rojos de la sangre bajo la influencia de la vida en las altiudes*, y como medio para compensar la poca tensión del oxígeno, tal como se encuentra en la atmósfera enrarecida.

El año 1884, el Dr. Miguel Cordero (de México) presentó á nuestra Academia Nacional de Medicina, una Memoria en la que consta la cifra media de glóbulos rojos de la sangre de algunos individuos mexicanos. Entre diez hombres adultos, la cifra encontrada fué:

5.948,900 por milímero cúbico.

La máxima fué dada por un joven muy vigoroso:

7.595,000.

Si entre un número tan pequeño de observaciones se encuentra este promedio verdaderamente elevado, y aun alguna observación que llega á más de siete millones y medio, era de creer inmediatamente que el número de hemacias, cualquiera que fuese la causa, debía encontrarse aumentado. Desgraciadamente no se persistió en investigaciones de este género, hasta estos últimos años en que el Dr. F. Zárraga ha encontrado en las mujeres embarazadas de México, (á pesar del estado de hipoglobulia que en estas circunstancias se produce fisiológi-

camente), una cifra media de glóbulos rojos, sin duda alguna notable por su magnitud: 5.111,000. [1]

A fines del año 1889, el Dr. Viault se dirigió hacia las altas planicies del Perú, con el exclusivo objeto de estudiar la influencia del enrarecimiento atmosférico sobre los organismos del hombre y de los animales.

Cerca de tres semanas permaneció en el lugar en donde recogió sus experiencias, en Morococha, hacienda minera del Distrito de Yauli (Perú), situada á 4,392 metros de altitud, y bajo una presión media de 455^{mm}.

Sirviéndose del cuenta glóbulos de cámara húmeda y graduada de Malassez, llevó á efecto sus numeraciones, y de ellas dió cuenta ante la Academia de Medicina de Lima, en la sesión del 30 de Diciembre de 1889. El 15 de Diciembre de 1890 confirmó este informe ante la Academia de Ciencias de Paris, amplificándolo con el resultado de sus investigaciones practicadas en Francia, á la vuelta de su excursión científica. Es de notar que el número de glóbulos que hace constar en el informe rendido ante la Academia Peruana, es mucho mayor que el que se ve en su nota presentada en Francia; y como se supone que en esta segunda deben ya constar las correcciones y rectificaciones que seguramente son causa de la diferencia que entre ambas se advierte, será ésta la que tengamos sobre todo en cuenta para el estudio comparativo. [2]

Deseando yo determinar de una manera precisa, el número medio de glóbulos rojos que tienen los individuos sanos de México, por haber advertido (y así lo hago notar en la tesis que sobre este mismo asunto publiqué en Marzo de 1890), que las numeraciones hechas por el Dr. Cordero, hacían presumir un aumento en las hemacias, y que esto podía ser una particularidad de la sangre de los mexicanos contraria á las opiniones

1 Gaceta Médica de México, vol. XVIII, pág. 265.

2 Véase la "Crónica Médica de Lima," Enero de 1890, y "Comptes rendus hebdomadaires de séances de L'Académie de Sciences de Paris," 15 de Diciembre de 1890 y 2 de Febrero de 1891.

de Jourdanet, hice una serie de numeraciones, primero en los animales y después en el hombre. Las cifras elevadas que obtuve, me hicieron temer en alguna imperfección del aparato empleado (Hematímetro de Hayem); pues las precauciones que tenía en la práctica de las manipulaciones era bastante para creer que no estaba el error en mí.

En esta época llegaron á mi conocimiento los estudios del Dr. Viault en Morococha, y esto me hizo continuar en mis observaciones, ya casi seguro de que los resultados que había yo obtenido podían ser reales.

Suministrar algunos detalles sobre los procedimientos que se hayan seguido, cuando el resultado demuestra un hecho nuevo, ó por lo menos muy poco estudiado, lejos de parecerme inútil, creo que es de la mayor importancia. Así pues, daré alguna idea del método que he seguido en mis numeraciones. Además de los cuidados ordinarios que prescriben los especialistas para que esta clase de trabajos resulten exactos, me he valido de emplear á la vez varios aparatos, de manera que, de dos gotas de sangre tomadas sucesivamente, hago la aspiración del líquido hasta una de las divisiones escogidas, empleando para una gota la pipeta mezcladora de Zeïss-Abbe, y para la otra la pipeta de igual forma construída por Verick y anexa á al aparato de cámara húmeda y graduada de Malassez. Ya hecha la mezcla con el suero A de Hayem,[1] hago la cuenta tomando para una primera serie de numeraciones, de una de las pipetas, y para una segunda, de la otra. Cuidando por supuesto de que las pipetas se agiten constantemente antes de vaciar la gota en la cámara para mantener siempre uniforme la mezcla. Para esto, hago también uso para cada serie de numeraciones parciales, de las dos cámaras graduadas de más uso; la de Malassez, cuya graduación está sobre el mismo porta-obje-

1 Agua destilada	200 gr.	00
Sulfato de sosa	5 ,,	00
Cloruro de sodio	1 ,,	00
Bicloruro de mercurio	0 ,,	50

to,[1] y de la de Hayem, en la cual la imagen de la cuadrícula es proyectada por un sistema de lentes, colocado bajo la misma cámara. Habiendo practicado de esta manera durante las numeraciones parciales, tomo entre éstas un promedio que admito como resultado final, siempre que entre los resultados parciales obtenidos con una y otra cámara no hay una diferencia de más de 200,000 glóbulos por milímetro cúbico, y los desecho como inexactos si la diferencia es mayor.

Como aunque se tome la mitad de la división del mezclador, el líquido queda comunmente muy cargada de glóbulos, y esto dificulta y hace lenta la operación, á la vez que perjudica á la exactitud del resultado;[2] tomo siempre un cuarto ó un tercio de la división, quedando así más diluida y facilitándose muchísimo la cuenta.

Al tomar la cifra media que corresponde á las 52 observaciones que se ven en el cuadro número 2, puede procederse de dos maneras: tomar la media general de todas igual á 6.276,634, ó bien, y me parece lo más racional, excluir todas aquellas que han sido tomadas en personas cuyo estado anémico se traduce por algunos síntomas bien característicos, y que sujeté á la observación por las razones ya expuestas al principio de este capítulo. Estas personas están marcadas en el cuadro número 2 con un *.

Igualmente debemos de excluir de las observaciones que tomemos para encontrar este promedio, las que se refieren á los indígenas azufreros. Ya dije que los examinamos cuando venían de hacer una ascensión al Popocatepetl, y fuese debido á esto, ó bien por las condiciones en que nos encontramos para recoger la observación,[3] lo cierto es que hay que notar, que

1 He usado tres aparatos distintos de los construídos por Verick.

2 Cuando la mezcla se hace tomando media división de las pipetas de Abbe ó de Verick, no es raro encontrar 30 glóbulos y aun algo más en un solo cuadrito de los de las cuadrículas de Malassez ó de Hayem.

3 Esta observación la recogí en compañía de los Sres. Dr. Manuel Toussaint, Jefe de la Sección de Fisiología del Instituto Médico Nacional, y el Prof. de Historia Natural Alfonso L. Herrera, miembro del mismo Instituto.

mientras que en los datos de toracometría presentaron positiva ventaja, lo que va perfectamente de acuerdo con su ejercicio habitual, la cifra de glóbulos rojos no guarda igual proporción, siendo así que debía también guardarla. Bastaría este simple hecho para comprender que el promedio encontrado no debe ser en ellos normal. Hay otra razón para no considerar las numeciones hechas en los azufreros y es, que estos indígenas no son habitantes de la ciudad de México, sino de Amecameca á donde están consagrados á sus tareas especiales de la explotación del azufre, y como guías de los excursionistas que ascienden al volcán.

Si separando estas observaciones de nuestro cálculo para obtener la media general, ésta viene á ser el resultado de 38 y no de 52 que constan en el cuadro, en cambio hay la ventaja de que provienen de personas enteramente sanas. Este modo de proceder nos pone sobre todo en aptitud de poder comparar con los resultados obtenidos por los profesores europeos, cuyos resultados se refieren al hombre sano.

El promedio exacto que me han dado estas 38 observaciones es: 6.762,236, que en números redondos podemos decir que es:[1] 6.700,000 glóbulos rojos por milímetro cúbico.

El siguiente cuadro nos servirá para continuar nuestro estudio comparativo.

1 Creo que esta cifra debe ser algo elevada sobre la real, porque si nos fijamos en el cuadro número 2 se puede ver que la mayor parte de los que han servido para obtener esta media son artesanos, campesinos, y en general personas que deben sostener bastante actividad física. También se nota que los de profesiones civiles presentan menor número, lo que me hace creer que la cifra real debe ser de 6.500,000.

Localidad.	Altitud en metros.	Presión barométrica.	Número de pulsaciones.	Número de glóbulos rojos por milímetro cúbico.	Proporción por 100 de oxihemoglobina.	Relación entre blancos y rojos.
Paris.....	78 (‡)	75	72	Hayem: 5.000,000. Malassez: 4.300,000.	Robin: $\frac{1}{300}$	14p 00.
México.....	2,286	58	82	6.700,000	$\frac{1}{500}$	15p 00.
Morococha..	4,392	45	—	7.650,000	—	—

Relación de glóbulos rojos á blancos: Pury, 290; Moleschot, 357; Farabeuf, 1,500; Hirtl, 1,716.

Glóbulos rojos según Hoppe Seyler: 5.000,000.

La cifra media que se obtiene del informe que Viault rindió ante la Academia de Lima, es: 9.087,500.—(‡) Observatorio de Montsouris.

La cifra media que figura en este cuadro, y que corresponde á las numeraciones que el Prof. Viault hizo en Morococha, la he obtenido entre 6 observaciones de personas adultas, enteramente sanas y *ya aclimatadas*. En el siguiente cuadro que Viault presentó en la Academia de Ciencias, están señaladas estas observaciones con un *.

1.	En Lima, 4 de Octubre de 1889 (víspera de emprender su viaje para la cordillera de los Andes), la sangre del Dr. Viault tiene una riqueza globular de.....	5.000,000
2.	El mismo en Morocha, 19 de Octubre, 15 días en la sierra.....	7.100,000
3.	Dr. Mayorga (de Lima) ayudante de Viault, 15 días en la sierra.....	7.300,000
4.	Mayorca (arriero) después de 3 años en la mina.....	*7.840,000
5.	R. Prieto, mozo de cocina, mestizo.....	*6.770,000
6.	Dittman, alemán, administrador de la mina.....	*7.920,000
7.	Atchachay (indígena).....	*7.960,000
8.	Margarita (indígena).....	7.080,000
9.	Charpentier, hijo de francés, mayordomo.....	6.000,000
10.	Rossi, Italiano (en la Oroya).....	6.320,000
11.	Dr. Viault, el 27 de Octubre (22 días en la sierra).....	*8.000,000
12.	Dr. J. Mayorga, en la misma fecha (22 días en la sierra)	*7.440,000
13.	Perra joven vigorosa.....	9.000,000
14.	Gallo de un año, vigoroso.....	6.000,000
15.	Llama, macho.....	16.000,000

Advierte el Dr. Viault que las cifras de las observaciones 9 y 10 fueron suministradas: una por la sangre de un joven de 20 años, con paludismo y síntomas muy marcados de anemia.

y la otra, por la de un italiano que vive en "La Oroya" (á 3,712 metros) y que se enferma de *Sorroche* al atravesar la cordillera.

Aun cuando las cifras medias obtenidas, lo han sido de un número de observaciones muy pequeño aún, no significa esto que no podamos aplicar el mismo cálculo que hasta ahora hemos venido haciendo, y de este modo buscaremos la relación que hay entre estos números y las presiones de tres localidades.

$$\frac{75^{\text{cent.}}}{58^{\text{cent.}}} = \frac{P}{P'} = 1.293$$

$$\frac{6.700,000}{5.000,000} = \frac{N'}{N} = 1.340$$

La diferencia es solamente de 0.047 que corresponde á un número de glóbulos igual á 200,000 próximamente. Podemos pues despreciarla.

$$P : P' :: N' : N$$

Si comparamos ahora de la misma manera el resultado de las observaciones de Viault, encontramos la misma relación, aunque menos próxima.

$$\frac{75^{\text{cent.}}}{45^{\text{cent.}}} = \frac{P}{P''} = 1.66$$

$$\frac{7.650,000}{5.000,000} = \frac{N''}{N} = 1.53$$

Hay, pues, una diferencia que corresponde á 645,000 glóbulos rojos, que no es muy grande. Esta diferencia quizá pueda ser debida al corto número de observaciones que sirven para esta comparacion, ó á cualquiera otra causa que no alcanzamos, pues que el Profesor Viault en su informe primero, da cifras marcadamente mayores que las del segundo. Ahora bien, podemos hacer que desaparezca esta pequeña diferencia, si comparamos la cifra de Viault, no con 5.000,000, sino con un término medio, tomado entre los resultados á que han llegado Malassez y

Hayem. Este término medio es: 4.650,000, que en Paris puede considerarse perfectamente normal.

Tenemos pues:

$$\frac{7.650,000}{4.650,000} = 1.64$$

En consecuencia podemos poner:

$$P : P' : P'' : : N'' : N' : N$$

Queda pues demostrado de un modo patente que existe una gran ley, la más importante para la aclimatación de las altitudes, que rige á las modificaciones fisiológicas que utiliza la economía dentro de su propio recinto. Esta ley no es otra cosa que el resultado de la observación, y puede comprobarla quien guste. Por mi parte estoy seguro de que existe, porque además del cuidado con que he procedido para recoger mis observaciones, la veo confirmada con las observaciones del Dr. Viault, cuyo crédito de sabio es bien conocido.

No creo que se diga que quiero determinar todos estos fenómenos puramente biológicos, como se determina la dilatación de la columna mercurial en el tubo de un termómetro. Ya he llamado la atención sobre la correlatividad que guardan estos fenómenos entre sí. De esta manera vemos, por ejemplo: en unos casos, que la cifra de glóbulos rojos aumenta considerablemente sobre la proporción media, mientras que el aparato respiratorio, aunque también se modifica bajo la influencia de la presión, no lo está en el mismo grado: en otros casos, este aparato es principalmente el que tiene sus funciones mecánicas exageradas y en proporción mayor que las del aparato de la circulación; pero aunque en ciertos casos algo de esto pueda pasar para nosotros como hechos inexplicables, el resultado definitivo es que la compensación subsiste en el elemento primordial, la aclimatación se hace *perfecta* y la anoxihemia del organismo motivada por la vida en las alturas, no existe.

Para terminar con lo relativo á esta ley general de la aclima-

tación en las altitudes, haré notar, que una vez demostrada, se puede determinar con bastante aproximación, los promedios relativos á la cifra de hemacias, de respiraciones, etc., que deben encontrarse entre los habitantes de una localidad, desde el momento en que se conozca su presión barométrica media.

Respecto al diámetro de los glóbulos sanguíneos, no he practicado sino bien pocas observaciones, por lo que no las he hecho constar en los cuadros. Diré solamente que los glóbulos de mi sangre tienen por término medio 8 μ: los glóbulos de la sangre del Dr. Zúñiga (Obs. 53 del cuadro núm. 2) tiene 12 μ por término medio: algún otro caso me ha presentado 9 μ, y en general, parece que el diámetro es de 8 á 9 μ, siendo muy común encontrar glóbulos verdaderamente *gigantes*. El Dr. Cordero ha encontrado un término medio variable entre 6 y 8 μ.

Como se ve, esta medida es quizá un poco mayor que la que señalan los microscopistas franceses 7 á 8 μ. Algunos autores alemanes señalan como diámetro medio 12 μ (Brücke).

III

Circunstancias mesológicas que favorecen la aclimatación en las altitudes.

Hasta aquí hemos pasado revista á los medios fisiológicos que sirven á la economía para apoderarse de ese oxígeno que según Jourdanet no penetra al pulmón en cantidad suficiente, y que según Bert no puede combinarse con la hemoglobina en la proporción precisa, por carecer de la tensión indispensable. He anticipado ya, que hay además factores mesológicos que obran como activantes de la nutrición, en parte también como activantes directos de las funciones respiratorias, y en consecuencia é indirectamente exagerando la hematopoiesis.

Temperatura.—La temperatura local, variable en razón inversa de la altitud, es el primer factor de este orden que se nos presenta. Desde luego, obra sobre la densidad del aire, impidiendo que su enrarecimiento sea todavía más considerable. Si en la altitud en que se encuentra Quito, se conservase la temperatura media que hay en la costa americana al nivel del círculo ecuatorial, la respiración debería hacerse tan difícil, que la vida en lugares tan elevados como éste sería probablemente imposible. La irradiación mucho mayor de los rayos caloríficos, consecutiva á la diminución de la densidad del aire, se opone en algo á su mayor enrarecimiento é impide la extrema fatiga

que originaría el simple hecho de soportar una temperatura verdaderamente ecuatorial.

El frío *moderado* es también un excitante de la nutrición general y del apetito. Bajo esta influencia el hombre busca mayor cantidad de alimentos y más nutritivos, y en suma, se producen modificaciones, bien conocidas, y que tienden al robustecimiento de las razas destinadas á soportar una temperatura baja. Estas modificaciones dan lugar á una selección inevitable que coadyuva al mismo fin, y si todo esto no es aplicable á nuestra ciudad de México cuya temperatura media anual es 16°, sí tiene grande importancia, para lugares más elevados, en los que á pesar de una latitud intertropical, la temperatura es bastante baja. En estos últimos sitios, en los que la temperatura normalmente es bastante baja, hay que hacer notar la existencia de otro factor originado por este mismo descenso de la temperatura y que puede ser favorable á la hematosis: la congestión de los pulmones, por el reflujo de la sangre que huye de la periferia, á consecuencia del estrechamiento de los capilares cutáneos bajo la acción del frío. Isquemiándose la piel por este medio, la sangre refluye á los centros cuya congestión se traduce por síntomas alarmantes cuando llega á un grado intenso; pero que es favorable cuando no pasa de cierto límite, que pudiéramos llamar *fisiológico*. Dentro de este límite, produciéndose simplemente el aumento en el número de hemacias que atraviesan la red pulmonar, esta cogestión se puede considerar como benéfica. Es cierto también que este mismo efecto facilita el paso á un estado patológico: la flegmasía de estos órganos, y de aquí la frecuencia de la *neumonía* en los países de nuestra altitud.[1] Es de preguntarse si esta congestión no puede ser también favorecida por la misma depresión atmosférica; pues que si la tensión intravascular sanguínea es enteramente

1 En México las defunciones por neumonía y bronquitis son muy numerosas, pues llegan á la cifra 159$^{mils.}$ 70 de la mortalidad general. De esta cantidad más de las dos terceras partes son debidas á la *neumonía* (Orvañanos.—Geografía Médica y Climatología de la República Mexicana, pág. 192).

igual á la que tiene el hombre en los países de nivel inferior, tiene forzosamente que congestionarse la red vascular de los alvéolos que soporta una presión mucho menor que al nivel del Océano; en efecto así se explican las *hemoptisis* del *mal de las montañas*, y esta congestión se conoce con el nombre de congestión *ad vacuo*. Mas para admitir esta clase de congestión en el habitante de las altitudes, es necesario determinar antes si la presión sangnínea se conserva la misma que al nivel de los mares; ahora bien, hay un hecho ya demostrado que parece indicar que esto no es así: la aceleración del pulso, probablemente relativa con la diminución de esta presión.

Luz.—La cantidad mucho mayor de luz que reciben los países muy elevados á consecuencia de la menor absorción que hay para los rayos luminosos, por un aire menos denso, y un espesor menor de las capas que tienen que atravesar, es también á no dudarlo un activante de suma importancia, para el desarrollo y la nutrición general de los séres vivos que sufren su influencia.

Según el Sr. Dr. Domingo Orvañanos:[1] "Las consideraciones relativas á la intensidad de la luz en el clima, tiene su valor especial en el Valle de México, porque encontrándose éste á 2,280 metros sobre el nivel del mar y en el paralelo 19°, resulta que la capa atmoférica que atraviesan los rayos luminosos del sol, es poco densa, generalmente poco cargada de polvos y vapores, ofreciendo, por tanto, un grado de transparencia excepcional respecto á todos aquellos puntos donde se han hecho estudios de climatología y deducido muchas consideraciones que tienen que variar en su aplicación."

"La insolación del Valle es notable;[2] dos veces al año pasa el sol por el zenit de México, como sucede en todos los lugares situados entre los trópicos; la mayor inclinación de los rayos solares cuando el sol está en el trópico de Capricornio, no lle-

1 Algunas observaciones relativas al clima de México. Gaceta Médica, vol. XXV, núm. 24.

2 "El Estudio," IV, pág. 18.

ga á 42°. El mayor día es de 13 horas y media, y el menor de 10 y media. La mayor parte de los días son despejados y la diafanidad de la atmósfera es extraordinaria; esto y la sequedad tan notable del aire, hace que los rayos solares produzcan en el suelo, con la mayor intensidad, sus efectos luminosos, caloríficos y químicos."

"Kepler ha dicho[1] que todos los fenómenos de la naturaleza deben relacionarse con el principio de la luz. Esta opinión, cuya exactitud se confirma cada día más, podría apoyarse sólidamente en los hechos de la biología general. El observador que se encuentre en una región que como el Valle de México, ofrece condiciones luminosas hasta cierto punto anormales, no debe desdeñar las investigaciones relativas cuya importancia es indiscutible."

Ya hemos visto[2] que el poco poder absorbente del aire enrarecido de las altitudes, deja visibles algunos rayos del espectro, los del límite ultravioleta, que son invisibles por completo al nivel de los mares. "Al hacerse visibles, es probable que aumenten también en intensidad de acción, y como estos rayos son químicos y tróficos por excelencia, es permitido creer que faciliten la combinación del oxígeno, compensando la falta de tensión" (Bordier).

"La acción de los rayos luminosos, tienen como se sabe, una acción bien distinta de la de los rayos caloríficos, aunque ambos dimanen del mismo origen. Así se ve que plantas del Brasil y de la India, que se desarrollan y florecen en Montpellier, no pueden desarrollarse en los invernaderos de Bélgica, Inglaterra ú Holanda, á pesar de que la temperatura media de estos últimos puede ser la misma que en Montpellier, y estando la diferencia en la cantidad mucho mayor de rayos luminosos que recibe esta localidad. Aun los minerales pueden dar lugar á combinaciones para cuya verificación no basta sencillamente la

1 "El clima del Valle de México y la biología de los vertebrados, Suelo y y Luz." Prof. Alfonso L. Herrera.—"La Naturaleza," 2ª serie, tomo I.

2 Capítulo I.

acción del calor. En igualdad de circunstancias caloríficas la acción propia de la luz se marca según su intensidad, y esta acción se efectúa principalmente sobre los vegetales y sobre los animales." (Bordier.)

Una multitud de hechos curiosos averiguados por los hombres de ciencia, han venido demostrando constantemente la acción vital de la luz. W. Edwards, colocó huevos de rana en la obscuridad y en la luz, y observó que los que no sufrían su acción quedaban sin desarrollarse: repitió la experiencia con renacuajos, y los puso, unos en la luz y otros en la obscuridad: ahora bien, estos últimos quedaron en el mismo estado, mientras que los primeros llegaron á desarrollarse perfectamente.

Los antiguos que conocían sólo por la práctica esta acción benéfica de la luz, recomendaban exponer bajo su influencia á los niños raquíticos y enfermizos, á quienes desnudaban completamente y así los dejaban á los rayos del sol. Humboldt, cuyo talento de observación ha sido admirado del mundo entero, se fijó en las ventajas que sacaban las tribus salvajes, de vivir desnudos con todo su cuerpo expuesto á la luz.

En suma, todas las observaciones que se han practicado, han venido demostrando más y más esta acción, que influye de una manera marcada sobre la actividad funcional de plantas y animales.

El modo de obrar de la luz en todos estos casos, parece ser un reflejo cuyo punto de partida está en la superficie cutánea, y sobre todo en la retina. Las experiencias de James Dewar, muestran que el reflejo que provoca la luz al herir la retina, aumenta la intensidad de la corriente eléctrica normal del sistema nervioso, y que según las especies, este aumento varía del 3 al 10 por ciento de la corriente normal. Otras muchas observaciones y experiencias han venido confirmando la existencia de la excitación refleja del sistema nervioso, y por su intermedio, de la actividad nutritiva, como resultado de la acción de los rayos luminosos que llegan á la retina. Es natural creer que esta excitación sea relativa con el excitante, y que si en las alti-

tudes los rayos luminosos tienen una intensidad mucho mayor, sus efectos estén en proporción directa con esa intensidad.

Pudiera decirse, que según mis apreciaciones favorables á los climas de las altitudes, es en estos donde con más vigor debían manifestarse los reinos animal y vegetal, y que esto no es así, sino que la más simple observación demuestra todo lo contrario. No es ciertamente esto lo que yo trato de demostrar. Mi objeto es simplemente hacer ver, qué factores vienen á completar la suma de elementos que sirven al hombre, para poder contrarrestar la acción del enrarecimiento del aire. Pero indudablemente que hay varias causas que obran en las altitudes muy elevadas, para producir el decaimiento, y por último la desaparición de las especies animales y vegetales. Por una parte, tenemos como la causa más activa que favorece este fenómeno, la misma que se presenta al dirigirse del Ecuador al polo: el *descenso de la temperatura*, que cuando llega á cierto grado hace la vida imposible, y limita en consecuencia la habitación de las altitudes. Con esta causa concurren algunas otras como: la sequedad del aire, la orografía, los vientos, los medios de alimentación, en fin, multitud de circunstancias que obran independientes de la presión atmosférica, y cuya acción está perfectamente averiguada.[1]

1 Para tener conocimiento exacto sobre estas causas, así como sobre la riqueza de la fauna del Valle de México, consúltese la interesante memoria relativa, publicada por el Sr. Prof. Alfonso L. Herrera. ("La Noturaleza," 2ª serie, Tomo I.)

IV

Diversas pruebas de la aclimatación del hombre y de los animales, en las altitudes.

Experiencias de Viault, Müntz y Regnard.—No solamente el número de glóbulos rojos de la sangre está aumentado bajo la influencia del clima de las altitudes, la cantidad de oxihemoglobina lo está igualmente, y en algunos individuos se marca esto á tal grado, que la escala del hematoscopio de Hénocque se confunde en toda su extensión, no bastando el aparato tal como ha sido construído para poder determinar con exactitud la proporción de oxihemoglobina. Esto va de acuerdo con las valorizaciones de la capacidad respiratoria de la sangre, que han sido hechas por los profesores Viault, Müntz y Regnard.

Durante la estancia de Viault en la cordillera de los Andes peruanos, practicó análisis de los gases de la sangre, por medio de la bomba de mercurio, modificada por el profesor Jolyet. Algunas de estas observaciones fueron practicadas en Morococha, y otras en Chicla (3724 metros) y los resultados fueron comunicados á l'Académie des Sciences, de Paris, en la sesión del lunes 2 de Febrero de 1891.[1]

He aquí estos resultados tomados textualmente de su obra citada:

1 Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences. —Paris, 2 de Febrero de 1891.

"I.—El 18 de Octubre, en la mina de la Morococha (4392$^{m.}$ de altura y 450$^{mm.}$ de presión barométrica) 15$^{gr.}$ de sangre arterial de borrego, suministran después de la reducción de las cifras á 0° y 760$^{mm.}$:

A.—Oxígeno..... 13$^{cc.}$ 16 por 100.

"II.—En igual fecha. La sangre de un segundo borrego:

B.—Oxígeno..... 13$^{cc.}$ 30 por 100

"La capacidad respiratoria máxima de esta segunda sangre (B) determinada en el acto por medio de la bomba, fué de 17.$^{cc.}$05 por 100.

"III.—10 de Noviembre en Chicla (3724 metros de altura y 485 milímetros de presión) 15$^{gr.}$ de sangre de la arteria crural de un perro, después de la reducción, dan:

C.—Oxígeno.....18 cent., 26 por 100.

"Las sangres A y C recogidas en frascos y analizadas en Burdeos, en el Laboratorio del Prof. Jolyet, poseían la capacidad respiratoria máxima siguiente, determinada por la dosificación del fierro de la hemoglobina:

Sangre A [borrego]	 16	por 100.
,, B [borrego]	 17	,,
,, C [perro]	 25	,,

"Los resultados de estas primeras experiencias han sido confirmados con las que han sido hechas en el Observatorio del *Pic du Midi* (2,877 metros, casi la altitud de Quito)."

El resultado de todas estas observaciones hace creer al Dr. Viault que la capacidad respiratoria de la sangre es sensiblemente la misma que la de los animales aclimatados en niveles inferiores, opinión distinta de la de Bert, quien en vista de los resultados que obtuvo examinando la sangre alterada que recibió de "La Paz," creyó que esta capacidad sería mucho ma-

yor en los animales de las altitudes, debiéndose á esto su aclimatación.

Según Viault, esta aclimatación se efectúa, sin necesidad de admitir este aumento, ni tampoco una gran proporción de hemoglobina; *que si es siempre un poco mayor que la de los animales de los países bajos*, no está en la relación que presenta el aumento de las hemacias. De aquí resulta que la hemoglobina se encuentra en estos casos en un estado de división mucho mayor, puesto que está repartida en un número más grande de glóbulos.

Las análisis que se hicieron en Morococha han dado, pues, resultados que se confirman con los que yo he obtenido en México. Ya vimos que la relación que hay entre la cifra media de glóbulos rojos que señala Hayem y la obtenida en mis observaciones es:

1,340.

Pues si buscamos igual relación entre 14 y 15 que son las cifras que constan en el cuadro, como promedio de la proporción de hemoglobina, vemos que esta relación es:

1,071

Menor que la que hay entre el número de glóbulos.

Pero que la cantidad de hemoglobina está aumentada, aunque no sea en la misma proporción, es un hecho, y este aumento creo que puede explicarse, con la misma razón que me ha servido para explicar el ligero exceso que se ve en favor de los habitantes de las altitudes, al hacer la comparación de una gran parte de los resultados ya expuestos en los anteriores capítulos. Este aumento creo que ha de tener por objeto contrarrestar con todo éxito la dificultad que hay para la combinación oxihemoglobínica, á consecuencia de la menor tensión del oxígeno.

El aumento de la hemoglobina lo ha demostrado igualmente el Prof. Müntz, en el "Pic du Midi."

Si el Prof. Viault tiene el indiscutible mérito de haber lleva-

do á efecto *in situ* las interesantísimas observaciones que hemos citado, á los Profesores Müntz y Regnard corresponde el no menos grande de haber sabido buscar en torno suyo las condiciones de experimentación que debían ser para este caso las más propicias; condiciones que no encontró Bert en la serie de experiencias verdaderamente ingeniosas que emprendió con este objeto.

Deseando Müntz ver si se comprobaba la opinión de Bert, respecto á la sangre de los animales de "La Paz," tomó conejos nacidos y aclimatados en llanuras de poca altitud, y los transportó al vértice del Pic du Midi (*Pico del Sur*) en el mes de Agosto de 1883. Desde el primer día pareció que se aclimataban estos animalitos. Se les veía buscar su alimento entre los raquíticos vegetales de esta elevada montaña, sin alejarse más de 200 á 300 metros del Observatorio, á donde volvían por lo común en las noches, lo que servía para distribuirles avena y otros alimentos. Su reproducción se hizo siempre en condiciones perfectamente normales, y en el mes de Agosto de 1890, sacrificó á los conejos nacidos en el vértice, descendientes de generaciones cuyo origen provenia de los conejos transportados *siete años* antes. Examinó su sangre y la comparó con la de los animales de la misma especie aclimatados en la llanura, hermanos de los que se sometieron á la observación.

Las modificaciones que los conejos sufrieron en su aspecto exterior, fueron las siguientes: Su talla se empequeñeció, sus orejas estaban menos desarrolladas, y el pelo que cubría su piel se hizo más claro y más largo. Pregunta Müntz si estas modificaciones serán debidas solamente á la acción del frío. Es fácil que sí, pues que las especies domésticas con que en México practicamos nuestras experiencias de laboratorio, guardan comunmente la misma proporción que las de Europa; su talla es regularmente la misma, y su pelo del mismo color: las especies que el Dr. Viault examinó en Morococha en una altitud mucho más considerable, perro, gallo, etc., las califica este observador de *vigorosas*. Pero la temperatura media de nuestras

planicies es sin duda mucho menos baja que la del vértice del *Pic* situado en una latitud mucho más considerable.

El examen de la sangre de estos animales se efectuó en París en idénticas condiciones de temperatura y de presión, suministrando los siguientes datos:[1]

	Densidad.	Materias fijas por 100.	Fierro metálico por 100 de sangre.	Oxígeno absorbido por 100 de sangre.
			mgr.	cc.
Conejos del Pic (med.).....	1060,1.....	21,88.....	70,2.....	17,28
,, de la llanura (med.).....	1046,2.....	15,75.....	40,3.....	9,56

Así pues, á cosecuencia del aumento de materias fijas y sobre todo de fierro, la sangre de estos animales adquirió un mayor poder de absorción para el oxígeno, que compensa indudablemente el enrarecimiento atmosférico (540 milímetros de presión media).

Este enriquecimiento de la sangre, habido después de siete años, no necesita de tanto tiempo para producirse; en efecto, el examen comparativo de la sangre de los animales conducidos á los flancos del mismo Pico (entre 2,300 y 2,700 metros) tan sólo durante seis semanas, demuestra iguales resultados.

	Densidad.	Materias fijas por 100.	Fierro metálico por 100 gr. de sangre.	Oxígeno absorbido por 100 gr. de sangre.
			mgr.	cc.
Carneros de la montaña (med.).....	1053,2.....	18,19.....	60,4.....	17,47
,, ,, llanura (med.).....	1038,0	13,58.....	32,5.....	7,32

La prueba de la rapidez con que se hacen estas modificaciones, la tenemos en el mismo Prof. Viault, cuya sangre, unos cuantos días después de sufrir la acción de la atmósfera andina se presentó al examen con un aumento tan considerable de su riqueza globular.

1 Comptes rendus hebdomadaires, des séances de l'Académie des Sciences. —Paris, 2 de Febrero de 1891.

El Prof. Regnard, comprendió que á las observaciones de Viault y de Müntz, podía objetárseles este hecho: que los animales examinados vivían al aire libre, en el frío, bajo la acción del aire helado de los ventisqueros: circunstancias todas capaces de aumentar su apetito, y por acción inmediata, su hemoglobina, gracias á su rica alimentación.[1]

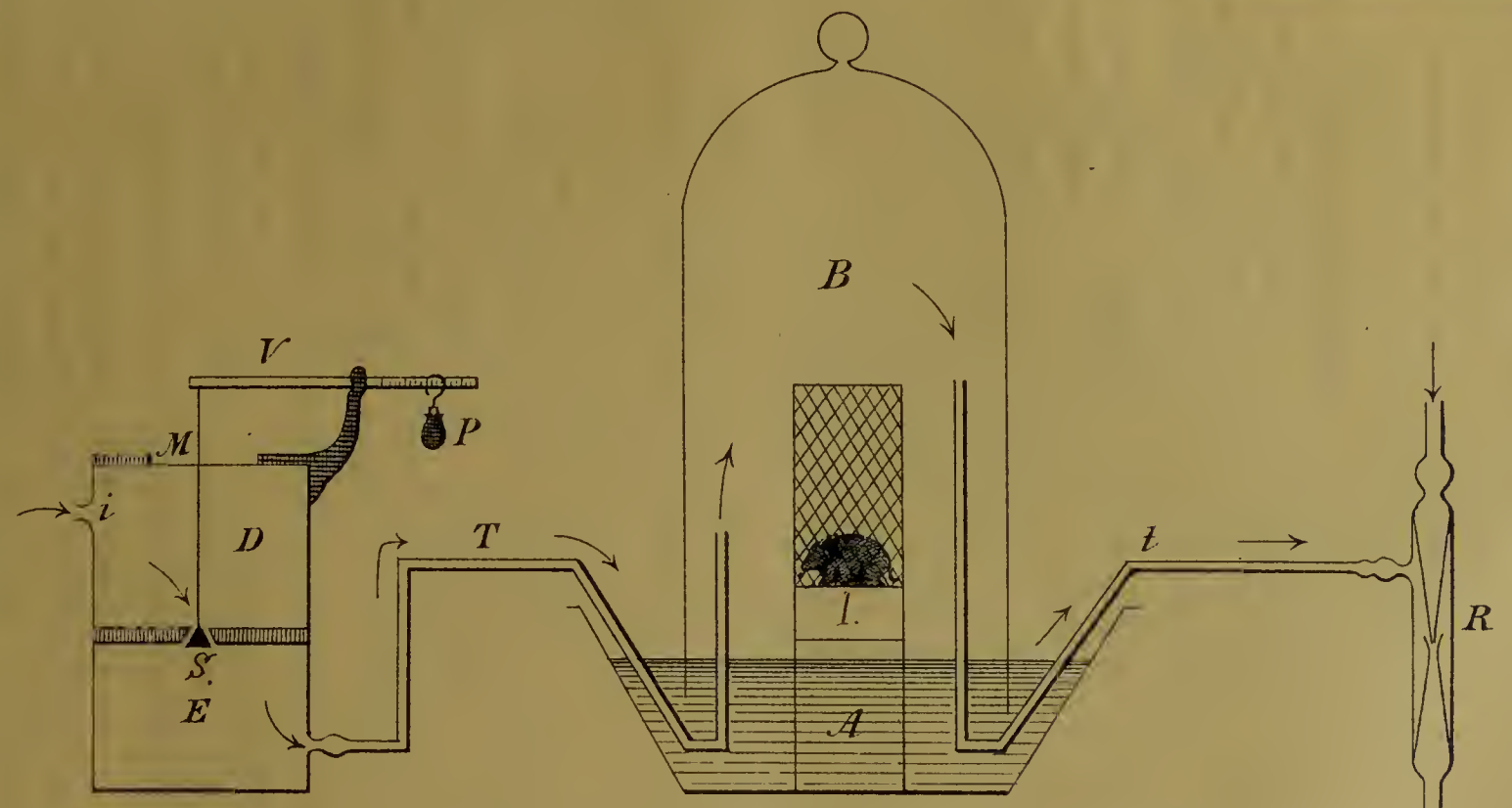
Así pues, determinó realizar en Paris iguales investigaciones haciendo sufrir á algunos animales la acción *única* de una depresión continuada por un *tiempo suficiente* para la manifestación del resultado.

Para esto se valió del aparato que en seguida describo, según la reseña que de él me mandó mi inteligente amigo y compañero, el Dr. Ricardo E. Cicero, miembro del Instituto Médico Mexicano; el cual la obtuvo del mismo Dr. Regnard, quien con una benevolencia y una rara bondad le comunicó toda su técnica.

Debajo de una campana (C) invertida sobre una cuba de agua, (A) y dentro de un cesto de alambre, (I) se coloca el cuyo.

El aire de esta campana es absorbido por medio de una tromba de agua (R) puesta en comunicación con el interior por medio de un tubo; (t) este aire se encuentra reemplazado constantemente con el que penetra por otro tubo (T) que lo conduce á la atmósfera á través de un regulador (D. E.). El regulador consiste en un cilindro de lámina de cobre, dividido en dos compartimientos, uno inferior (E) que es el que comunica con el tubo (T) de la campana, y otro superior (D) que comunica con la atmósfera por medio de una abertura tubular (i). El aire que recibe este compartimiento, pasa al inferior (E) al través de una válvula cilindro-cónica (S), que se cierra más ó menos por medio de una barra graduada (V), sobre la que puede deslizar un contrapeso (P). Aproximando este contrapeso á la extremidad libre de la barra, tienden á juntarse más las paredes de la abertura contra las de la válvula, y en consecuencia, el aire aspira-

1 M. P. Regnard.—"Mémoires de la Société de Biologie," Séance du 28 Mai, pag. 470.—9e Série, T. IV.



Esquema del aparato de Regnard.

do por la tromba pasa con mayor dificultad al interior de la campana, dentro de la cual se hace forzosamente un enrarecimiento. La abertura superior del cilindro (D), está cerrada por medio de una membrana de caoutchouc (M); en el centro de esta membrana se encuentra fija una varilla que la atraviesa y sirve para unir la válvula (S) con la barra graduada (V).

Muy fácil es comprender el funcionamiento de este aparato tan sencillo como ingenioso. El cuyo así introducido dentro de la campana, no sufre otra acción que la del aire enrarecido, y ésta puede prolongarse por un mes ó más tiempo, con sólo tener el cuidado de cambiarlo cada 24 horas á otra campana ya dispuesta para recibirlo y poder seguir la experiencia. Al mismo tiempo se lavará y desinfectará la campana que acaba de servir. Este cambio cada 24 horas, lo mismo que la desinfección del aparato, tienen por objeto impedir que el animal se intoxique con sus propias excreciones, y si es cierto que por esta maniobra se pone durante unos momentos en contacto de la presión ambiente, no hay en ello perjuicio, porque esto no es sino en breves instantes. El regulador dispuesto tal como lo hemos descrito, tiene por objeto mantener siempre igual la depresión en el interior de la campana, aunque el escurrimiento del agua que pasa por la tromba sea más ó menos rápido, según que varíe la presión dentro de los tubos conductores.

"Dispuesta así la experiencia, el Prof. Regnard mantuvo por un mes al cuyo dentro del aparato. En tales condiciones no sufría la acción del frío ni la del aire vivificante de las montañas; su apetito languideció un poco, y en un mes sólo tuvo un aumento de su peso igual á 17 gr. La depresión era la única causa que podía obrar sobre el resultado final, y ésta equivalía á la que se experimenta en la garganta del San Bernardo, ó en Santa Fe de Bogotá (cerca de 3,000 metros)."

Al cabo de un mes sacrificó al cuyo. Su sangre absorbía 21 centímetros cúbicos por 100 gr. de oxígeno (la misma cifra que la de los animales de los Andes), mientras que la de los cuyos libres, que se encontraban en torno suyo y en mucho mejores

condiciones de higiene, solamente absorbía 14 á 17 centímetros cúbicos por 100.

"Aquí, dice Regnard, la certeza es completa, la vida bajo la influencia de la depresión produjo este resultado."

Las conclusiones relativas á la proporcionalidad de todos estos aumentos con la depresión atmosférica que sufre la economía del hombre, y que hemos venido comprobando por medio del cálculo, nos induce á buscar si subsiste la misma relación en esta experiencia. A una altitud de 3,000 metros, corresponden próximamente 52 cent. de presión (Lombard); esta era la presión que obraba sobre el cuyo: los cuyos libres se encontraban á una presión de 75 cent. (la de Paris) y mientras que la sangre de estos últimos absorbe de 14 á 17 cent. por 100, la del cuyo sometido á la experiencia absorbe 21.

Ahora bien:

$$\frac{75^{c}}{52^{c}}=1.44 \qquad \frac{21^{cc}}{15^{cc}}=1,40$$

De donde:

$$75^{c} : 52^{c} :: 21^{cc} : 15^{cc}$$

Si en lugar de contar en este caso con una sola observación, pudiéramos disponer de varias entre las cuales se obtuviese un promedio, es casi seguro que la semejanza entre ambas relaciones sería mucho mayor. Pero aun así, encontramos claramente un dato más que tiende á comprobar el aumento proporcional de los distintos factores que sirven para combatir los efectos de la depresión atmosférica.

Anatomía y fisiología comparadas.—Si todas estas observaciones y experiencias, sobre todo esta última, demuestran ya de una manera precisa que la idea de la anoxihemia de las altitudes no puede subsistir, hay algunos datos más que suministra la anatomía y la fisiología comparadas.

Entre los seres de la escala zoológica, los que por su propia naturaleza se encuentran destinados á mayores y más bruscos

desalojamientos en altitud, son las aves. Ahora bien, es perfectamente conocido que son también las que presentan una circulación mucho más activa, y al decir circulación, decimos también respiración y nutrición, fenómenos que en pleno estado fisiológico siempre siguen vías paralelas. En esta actividad mayor descansa, á no dudarlo, su aptitud para soportar como ninguno los cambios de presión que en algunos casos especiales llegan á ser positivamente enormes. En New-Jersey (E. U.) observando el astrónomo Scott con el anteojo ecuatorial de su Observatorio, pudo determinar la altura de una parvada de aves pequeñas, que casualmente se presentaron en el campo de su anteojo: esta altura era por término medio de 3,000 metros, encontrándose algunas hasta 5,000 metros.

El águila y el condor se elevan también á alturas enormes, y á este último se le ve después de volar por largas horas hasta una altura de 8,000 metros, precipitarse con la mayor violencia hasta el nivel del Océano.

El número de glóbulos rojos es seguramente el que en estos animales compensa la falta de tensión en el aire. Se ha creído, que los sacos aéreos, les sirven para soportar tales cambios. Según Bordier, los músculos que rodean la abertura de estos sacos, entran en acción al tiempo de volar el ave, para impedir que el aire encerrado en ellos se escape, y pierda la tensión que tiene dentro de ellos antes de elevarse, cuando se encuentra á una presión cercana de 76 cent.; (á semejanza de los aeronautas que llevan consigo sus bolsas de oxígeno). Pero á mi ver, no es posible que tal sea el medio, y me fundo en la opinión del Sr. Prof. Herrera, tantas veces citado, quien ha refutado victoriosamente esta teoría, tan seductora á primera vista. En primer lugar, se ven aves como el condor, que es una de las que más se elevan, que á una altura de más de 7,000 metros[1] permanecen todo un día, y que no bajan á continuación hasta el mar para volver á poner su recipiente aéreo á 76 cent. de presión, sino que vuelven á sus nidos, siem-

1 Humboldt.

pre colocados entre los picachos elevados de los Andes,[1] para elevarse de nueva cuenta y durante largas horas, hasta las altas capas de la atmósfera. Durante todo este tiempo, y aunque sólo permaneciera 12 horas para volver á la costa, no es posible que le sea suficiente para una respiración tan activa cual la que debe tener en esos instantes. Por otra parte, ¿cómo sería posible que á una altura de 8,000 metros, y con una presión próximamente de 25 cent., lo que da una diferencia de 51, soportase una presión interior que puede llegar á ser de 693 gramos por centímetro cuadrado? Esto sin contar con la expansión del aire en el interior de los sacos, debida á la diferencia de temperatura, con la del ambiente.

El Sr. Herrera durante su ascensión al Popocatepetl, montaña que como es bien sabido se eleva en el macizo de nuestra cordillera central, y á una gran distancia entre el Golfo de México y el Pacífico, observó á la altura del cráter (5,200$^{m.}$) algunos cuervos; y en el Valle, ha visto buitres *(catharthes)* que apenas se pueden distinguir á la enorme altura en que se hallan como pequeños puntos negros, ¿cómo podían tomar estos animales aire á 76 cent. cuando los valles más próximos están á 2,000 y 3,000 metros de altitud?

Lo que si puede unirse favorablemente al número y tamaño de los corpúsculos sanguíneos de las aves de alto vuelo, es su capacidad respiratoria. A pesar de la ley tan general que rige á esta capacidad con relación á la talla de los animales, resulta de algunas experiencias del Dr. Paul Bert, contradictorias á esta ley, algunos datos que vienen en pro de mi manera de ver. "Un ave zancuda (Garza—*Ardea comata)* ha presentado una capacidad aérea muy superior á la que es propia de las gallináceas, como la gallina y el pavo común: aunque la garza es bastante pequeña (200$^{gr.}$) con relación á la gallina (780$^{gr.}$) nunca ha podido sin embargo extraer de ésta, aun bajo una presión máxima, una cantidad de aire igual á la que una débil presión intro-

1 El condor vive de 3,100 á 4,000 metros de altura. (Humboldt).

ducía en el cuerpo de la garza, proporcionalmente á su volumen." Este aumento no será en efecto proporcional á la talla, pero sí en relación con la aptitud para el vuelo que hay entre estas dos aves; en cambio, en el buho y en el pato, no encontró esta diferencia con la capacidad de la gallina, y son aves cuyo vuelo nunca es tan elevado como el de la garza.

Otra prueba de la aclimatación de los animales á la depresión atmosférica de las altitudes, nos la suministran las golondrinas y otros animales que emigran en altitud. Estos dejan la costa en la época del calor, para ganar nuestras planicies, precisamente cuando la atmósfera está más enrarecida: llega el invierno y entonces vuelven á descender á los niveles inferiores, en busca del calor.

Hay pues pruebas más que suficientes para decidir que la aclimatación en las altitudes se puede hacer de un modo perfecto, en tanto que el descenso de la temperatura no llega al grado de oponerse por sí á todo desarrollo vital. Pudiera decírseme, que Jourdanet al admitir la anoxihemia, admitía no obstante la aclimatación en las altitudes, sin más que con la condición de someterse á sufrir sus consecuencias, y que en rigor declara aclimatadas las familias y razas entre quienes observó, durante su permanencia en México. Pero decir tal cosa es caer en un error en que también incurrió Jourdanet.

La aclimatación consiste en las modificaciones fisiológicas que puede sufrir el organismo bajo la influencia del medio *clima*, siempre que estas modificaciones *sean compatibles* con un estado de salud perfecto. El Prof. Arnould, marca tres condiciones principales, para que se pueda decir que una raza se encuentra definitivamente aclimatada. Estas condiciones son:

I. *Que se conserve lo mismo que antes, la expansión demográfica de la raza.*

II. *Su longevidad normal.*

III. Su APTITUD PARA TODA CLASE DE TRABAJO FÍSICO Ó INTELECTUAL.

Ahora bien, desde el momento en que Jourdanet, hace aparecer como el principal carácter de la anoxihemia, esa *decrepitud física y moral*, de los que se encuentran transportados á las altitudes ¿puede decirse que hay *realmente* aclimatación?—No.—Y si pensamos en que las otras dos condiciones de Arnould: longevidad normal y expansión demográfica, están sujetas necesariamente al vigor físico é intelectual de una raza, tendremos que concluir: que *la anoxihemia es contraria á la aclimatación* tal como es considerada por Arnould y todos los higienistas.

V

El clima de las altitudes como medio terapéutico.

La tuberculosis en las altitudes.—Deseo por último llamar la atención, sobre la utilidad práctica que puede tener el clima de las altitudes, empleándolo como medio terapéutico.

Desde hace largo tiempo que se ha buscado para la curación de ciertas enfermedades, los efectos del aire vivificante de las montañas: "los anémicos, en la generalidad de los casos, y casi siempre cualquiera que sea la etiología de su hipoglobulia, observan la modificación favorable y rápida de su estado morboso, en el espacio de unas cuantas semanas. Así se ve en los que recurren á las estaciones climatéricas de la Suiza (Regnard): anémicos, cloróticos, la cohorte inmensa de los neurosténicos, se metamorfosean en ellas, tanto más pronto, cuanto que las demás condiciones que prescribe una buena higiene, se reunen para obtener el bienestar general." (Regnard).

Pero si casi todos los estados de anemia pueden ser tratados poniendo al paciente bajo la influencia del clima de las altitudes, hay otra clase de enfermos sobre quienes este clima tiene una acción mucho más marcada y benéfica: *los tuberculosos.*

Ya he dicho (cap. I) que el aumento de la luz[1] y el descenso

1 Daré en este lugar solamente, la reseña de una experiencia notable y bastante reciente: M. Marshall Ward, de Londres, tomó una placa de gelatina sembrada con esporas de *Bacillus antracis*, y la cubrió con una hoja de papel

de la temperatura, obran necesariamente sobre las bacterias, y en consecuencia sobre el bacilo de Koch. Esto me sirvió para explicar, el por qué de la diminución y de la desaparición de esta enfermedad en las altitudes. Al nivel de nuestro Valle, solamente en ciudades bastante populosas como México, Toluca, etc., se presenta la tuberculosis con cierta frecuencia, porque las condiciones de vida propias de toda ciudad, cambian artificialmente las condiciones del clima en un sentido favorable para el desarrollo de la causa específica. La temperatura se eleva en torno del individuo, la *acumulación*, sobre todo entre la gente pobre, las condiciones antihigiénicas de las habitaciones mal aereadas y peor iluminadas, etc., explican perfectamente por qué, apesar de que las condiciones mesológicas son contrarias al desarrollo de la tuberculosis, ésta adquiere bastante incremento, como lo he comprobado con las estadísticas. Fuera de nuestras ciudades, en el campo, en las poblaciones poco habitadas de nuestros altos valles y de las vertientes de nuestras cordilleras, la tuberculosis y aun la anemia son casi desconocidas.

Pero hemos tenido en cuenta la luz y la temperatura cuando ejercen su accción sobre el germen específico, y ahora vamos á estudiarlas como condiciones que pueden influir para contrariar el estado morboso, una vez que este ha hecho presa del organismo.

A primera vista se nota una modificación bastante apreciable en el cuadro sintomático que reviste esta enfermedad en nuestro clima. Es rarísimo que se nos presente un ejemplo de *miliar aguda:* la escrófula, la tuberculosis pulmonar ulcerosa y crónica, las manifestaciones locales de marcha, las más veces lenta,

negro en el cual estaba calada la letra E. Con un espejo cuya posición podía variarse según la inclinación de los rayos solares, reflejaba la luz sobre la letra. Esta exposición de la placa á la luz duró desde las 9 h. 30′ de la mañana hasta las 3 h. 30′ de la tarde. En seguida, se trasladó la placa á un incubador á 20° y en la obscuridad, 48 horas después, la letra E resaltaba por su transparencia sobre el fondo gris de la placa, opacificada por completo, por colonias innumerables. Ni el microscopio, pudo descubrir un solo microbio en el lugar de la E.—Revue Scientifique, 11 Mars 1893, p. 318.

son las formas frecuentes que presenciamos en la ciudad de México. Cuando un tuberculoso de un país poco elevado sobre el mar sube á nuestros valles, experimenta pronto un alivio notable de todas sus dolencias, y puede llegar á curarse, si á la acción climatérica une la no menos poderosa de una higiene bien entendida. Por el contrario, que un tuberculoso de las altitudes descienda á los niveles poco elevados de nuestras costas, y verá caminar su enfermedad tan aprisa, que en breve tiempo termina con su organismo.

Las causas que pueden obrar favorablemente, para la curación del estado morboso que engendra el bacilo de Koch, pueden dividirse en dos clases: *extrínsecas* é *intrínsecas.*

Causas extrínsecas.—Entre las causas extrínsecas colocaremos en primer lugar la luz y la temperatura. Se puede desde luego comprender cómo ejercen su acción, pues que ya lo hemos dicho (cap. II). La luz aumenta notablemente la actividad nutritiva por excitación refleja del sistema nervioso, y obrando de esta manera, el beneficio que de su acción resulta para el tuberculoso, es innegable. Pero además de la luz y de la temperatura, hay otro factor que podemos colocar en las causas extrínsecas. Su existencia es casi especial del Valle de México. Es: la poca extensión y la regularidad de las oscilaciones barométricas.

La marcha regular del barómetro es característica de las estaciones mexicanas. Según datos recogidos en el Observatorio Meteorológico Central,[1] la media barométrica tomada entre las observaciones de diez años (1877 á 1887) ha sido: $586^{mm}46$. La oscilación absoluta del barómetro en Enero de 1890 ha sido: $9^{mm}17$, lo que equivale á un cambio de altura de 105 metros, próximamente. La máxima absoluta del mes fué: $590^{mm}00$ (= — 268 metros) y la mínima absoluta: $580^{mm}23$ (= + 100 metros). Registrando el Boletín del Observatorio, se verá que, lo mismo que este mes, todos los demás y todos los años, pre-

1 Boletín mensual, Febrero de 1890.—Todos estos datos constan en la Memoria ya citada del Sr. Herrera.

sentan oscilaciones poco considerables;¡mientras que en países de poca altitud, en Sydney por ejemplo, la oscilación media mensual correspondiente á Febrero de 1890, fué 50^{mm}55 que equivale á un cambio de altura de 525 metros, próximamente.

La acción de las variaciones del barómetro puede influir nada más que sobre los enfermos de tuberculosis pulmonar. Cuando las oscilaciones barométricas son bruscas y muy extensas, pueden provocar por la depresión violenta que las produce, hemorragias brónquicas, debidas á la congestión activa *ad vacuo*, favorecida por la fragilidad especial de las paredes vasculares en esta clase de enfermos. Aun cuando una hemoptisis no llegue á ser mortal, tiene una influencia funesta sobre la enfermedad: la exageración inmediata de la anemia y el desfallecimiento moral, disminuyen la resistencia del osganismo, y la marcha del mal se acelera extraordinariamente.

A primera vista, y dada la facilidad con que se puede efectuar en las altitudes la congestión de los vasos pulmonares, pudiera creerse que este accidente tuviera aquí su máximo de frecuencia; pero el hecho es, aunque parezca contradictorio, que las hemoptisis de los tísicos son raras en México, sobre todo en un grado alarmante y tan perjudicial como se presenta en otras localidades. Cuando un tísico asciende á nuestro Valle, es raro que vea como consecuencia inmediata de su traslación esta clase de hemorragias, y sí es casi seguro que aparezcan cuando desciende de ellas, siendo este epifenómeno, unido á las condiciones de temperatura propias de nuestras costas, lo que favorece la exacerbación del mal de una manera cierta y rápida.

Por otra parte, puede explicarse que este síntoma deje de presentarse al subir á una altiplanicie, porque la ascensión es siempre lenta y gradual, y favorecerse de este modo que se verifique la reacción de las paredes de los vasos sin que cedan y se revienten.

Al hablar de esta acción benéfica que puede resultar de la poca extensión de las oscilaciones del barómetro sobre las he-

moptisis de los tísicos, me refiero más especialmente á las que tienen por causa la congestión activa de los pulmones, bien sea que se admita la teoría de la fluxión colateral de Virchow, ó la extrema fragilidad de las paredes vasculares (Peter). Pero esto no quiere decir que dejen de producirse las hemoptisis, debidas á una ulceración inminente de las paredes vasculares, consecuencia misma de un proceso ulceroso, y las que provienen de la ruptura accidental de un aneurisma formado en las paredes de una caverna.

Causas intrínsecas.—Llamo así las causas que pueden, dentro del mismo organismo humano, favorecer á la curación de esta enfermedad, aunque también deban su desarrollo á la acción del medio atmosférico. Tenemos dos: el aumento proporcional de los elementos figurados normales de la sangre (glóbulos rojos, glóbulos blancos, etc.), y el aumento proporcional de la capacidad aérea pulmonar.

Es perfectamente comprensible que aumentando la proporción de glóbulos rojos y de glóbulos blancos, pero sobre todo la de estos últimos, enemigos naturales del bacilo de Koch, encuentre el hombre en su propia economía un arma poderosa que oponer á los avances de su enemigo. La acción bactericida de los glóbulos blancos (*fagositosis*), está perfectamente averiguada, y desde el momento en que la proporción de éstos es también mayor, la lucha puede establecerse en un sentido mucho más ventajoso para la economía.

El aumento de la capacidad aérea, tiene igualmente una influencia considerable. Al ensancharse esta capacidad, tienen que aumentar en todas sus partes los distintos órganos que constituyen el aparato respiratorio; no es debida esta capacidad simplemente á la mayor amplitud de los movimientos de la respiración, por aumento en la movilidad del esqueleto y refuerzo de las potencias musculares inspiratorias y expiratorias. La mayor longitud del externón,[1] lo mismo que de la circunferen-

1 Véase capítulo II, aparato de la respiración.

cia media del tórax, esto es, el aumento de los diámetros transverso y longitudinal, indican de un modo preciso, que el lugar ocupado por ambos pulmones tiene que ser más amplio, y necesariamente que todos los elementos propios de la constitución de estos órganos deben encontrarse en cantidad mayor.

Existen pruebas tomadas de la anatomía y de la fisiología en favor de esta manera de ver: Las circunstancias anatómicas del esqueleto del tórax que auxilian su desarrollo, se encuentran particularmente en los huesos de que depende de una manera más directa el volúmen de la cavidad: *las costillas* y *el sternón*. Estos huesos están constituídos en una buena parte de su extensión por piezas cartilaginosas que facilitan el aumento de su longitud, por permanecer sin osificarse hasta edades bastante avanzadas. Las diversas partes del hueso esternal no se sueldan entre sí, sino pasada la mayor porción de la edad adulta: "las tres quedan por mucho tiempo independientes unas de otras; el apéndice xifoide se suelda al cuerpo hacia la edad de 50 años y no se osifica sino hasta la vejez." (Moynac, Anatomía, pág. 115). Respecto á las costillas esto es más notable: los cartílagos de unión vienen á ser simplemente la continuación de los arcos huesosos prolongados por su medio hasta el esternón. Aumentan de longitud desde la primera hasta la décima costilla, siendo tanto más largos cuanto que este arco debe desalojarse en mayor extensión, esto es, cuanto que más pueden influir en el aumento de la excursión torácica.

La regeneración de los tejidos propios del parenquima pulmonar después de un proceso morboso destructivo, es un hecho que ha podido demostrarse: La curación de los focos hemorrágicos inter-pulmonares, de las cavernas, etc., se hace definitivamente por la formación *in situ*, de un tejido cicatricial, que se retrae á su vez dejando lugar á la proliferación de los tejidos sanos, que vienen á ocupar así el lugar que deben.

Todo esto, en fin, nos demuestra cuál puede ser el mecanismo empleado por el organismo, para conseguir el aumento de la capacidad aérea; resultado constante bajo la influencia de

la vida en las altitudes. Tenemos también en favor de mi modo de ver, el dicho de d'Orvigny, quien dice que las *celdillas* pulmonares de los Quichas (*Quichuas*) y Aymaraes, son más grandes que en los europeos.[1]

Verificándose esta expansión del tórax, á la vez que el crecimiento del campo de la hematosis, es fácil comprender el beneficio que resulta de ello á un pulmón tuberculoso: La ansiedad respiratoria tiende luego á disminuir, pues al crecer los pulmones sometidos á la influencia de este excitante mesológico, pueden contener una cantidad mayor de oxígeno.

En resumen: El aumento de las hemacias favorece á la nutrición general y á los cambios hematósicos en particular; los leucocitos nnevos y en mayor número combaten al germen específico con más probabilidades de éxito; los bacilos que se escapan en la espectoración, mueren más fácilmente bajo la influencia de una temperatura impropia para su germinación, así com de una cantidad mayor de rayos químicos que han podido atravesar un aire menos denso, y que naturalmente ejercen una acción bactericida mucho más grande. De consiguiente, el aire que rodea á estos enfermos, tiende á depurarse del bacilo morbígeno y puede penetrar á los pulmones, más y más desprovisto de bacterias.

La misma luz y el frío moderado contribuyen, como lo hemos visto, activando la nutrición de estos enfermos, y si á todo se reunen los regímenes higiénico y terapéutico más adecuados, se deducirá lógicamente que el clima de las altitudes debe ser el más propicio para el alivio y curación de estos desventurados enfermos.

Si desde hace largo tiempo se considera el clima de las altitudes como el más favorable para la estancia de los tuberculosos: ahora que ya el fantasma de la anoxihemia no existe, que se conoce más á fondo la influencia de estos climas y su modo

1 Bordier, pág. 519.—Es de suponer que la palabra celdillas se refiera á *alvéolo*, porque propiamente hablando no hay celdillas pulmonares.

de obrar sobre los organismos animales, creo que debe procurarse el establecimiento en las altitudes, de *Sanatorios* perfectamente adecuados para obtener la curación de esta numerosísima clase de enfermos, mientras tanto que la terapéutica puede contar con recursos propios y más eficaces que los actuales.

VI.

CONCLUSIONES.

I.—La anoxihemia barométrica no existe:

a.—*Porque el cálculo numérico que sirvió á Jourdanet para fundar su teoría, parte de una premisa supuesta é inexacta:* "QUE EL NÚMERO MEDIO DE RESPIRACIONES EN MÉXICO ES DE 16," *siendo en realidad de 22.*

b.—*Porque otros datos que Jourdanet consideró como comprobantes de su teoría son completamente inexactos, por ejemplo: los que se refieren al vigor físico é intelectual de los habitantes del Valle de México, á la resistencia física de los animales del mismo Valle, á la coloración propia de la sangre, etc.*

c.—*Porque las experiencias hechas por Paul Bert en el Laboratorio de la Sorbonne, no son propicias para demostrar la acción del medio atmosférico, tal como obra sobre los* HABITANTES *de las altitudes; pues establece la comparación con el hombre y los animales* ACLIMATADOS EN LOS NIVELES INFERIORES, *y sometidos á una depresión que se efectúa en el*

Laboratorio, BRUSCAMENTE *y durante un corto espacio de tiempo.*

d.—*Porque las observaciones y experiencias verificadas por los Sres. Profesores: Viault, A. L. Herrera, P. Regnard, A. Müntz, L. Coindet y las que me son propias, demuestran que existen factores eficaces de compensación, que contrarrestan la poca tensión del oxígeno en la atmósfera de las altitudes.*

II.—Existen factores de compensación que se oponen victoriosamente al enrarecimiento del aire, cuando éste obra de una *manera constante* y por un espacio de tiempo SUFICIENTE para que se puedan verificar en los organismos del hombre y de los animales modificaciones fisiológicas adecuadas para este fin.

Estas modificaciones consisten en:

a.—*El aumento del número de respiraciones y de pulsaciones.*

b.—*El aumento de la capacidad aérea pulmonar, demostrada por:—a'. El espirómetro:—b'. El aumento de la circunferencia torácica:—c'. El aumento de la longitud del esternón:—d'. El aumento de la excursión torácica.*

c.—*El aumento del número de glóbulos rojos y de glóbulos blancos, y en general de los elementos figurados de la sangre.*

III.—El grado de estas modificaciones ESTÁ SIEMPRE EN RAZÓN INVERSA DE LA PRESIÓN: todas ellas aumentan á proporción que el hombre y los animales se elevan sobre el nivel del Océano. Esta ley rige necesariamente la aclimatación en las altitudes y es universal para los habitantes de todos estos países.

Se encuentra demostrada por la comparación de los promedios obtenidos entre las observaciones que he recogido, con las correspondientes que señalan los fisiologistas franceses; siendo la relación que hay entre unos y otros, la misma que entre las presiones barométricas de México y de Paris. Esto es más notable en lo que se refiere á la cifra de glóbulos rojos; pues la media obtenida entre las numeraciones practicadas en hombres sanos habitantes de Morococha (Viault, 7.300,000 p. mm. cub.), —en México: (Vergara Lope, 6.700,000)— y en la media de Paris: (Hayem, 5.000,000) hay la misma relación que entre las presiones barométricas de estas diversas localidades.

IV.—Existen además de estos factores, otros dos que coadyuvan al mismo fin, y que son propios del clima de las altitudes. Ambos son excitantes de la actividad nutritiva, sobre todo el segundo. Consisten:

1º En el descenso gradual de la temperatura; siempre que este descenso no pase de ciertos límites.

2º En la mayor intensidad de la luz, en los países muy elevados.

V.—Además del estudio teórico de los factores de compensación, hay observaciones que comprueban en la práctica, de una manera evidente, que se verifica esta compensación.

Estas observaciones demuestran:

a.—*El aumento de la proporción de hemoglobina* (*Viault, Vergara Lope*).

b.—*El aumento de la capacidad respiratoria de la sangre*[1] (*Viault, Müntz, Regnard*).

1 Consecuencia inmediata del aumento en la proporción de hemoglobina y del número de hemacias.

c.—*El aumento de la densidad del fluido sanguíneo, de la cantidad de materias fijas, y de la proporción de fierro contenido en el mismo líquido* (*Müntz*).

VI.—El vigor físico de los habitantes del Valle de México, á juzgar por los datos que he recogido, es sensiblemente el mismo que el de los individuos observados por Chassagne y Dally. Este vigor puede llegar á ser considerable, como se ve en nuestros indígenas y en los "*Bod*" (fuertes) habitantes del Tibet.

VII.—La aclimatación del hombre y de los animales, en las alturas, cuya baja temperatura no sea aún incompatible con la vida, puede verificarse de una manera completa; siempre que el cambio de altura del sér que se intenta aclimatar sea gradual, y su organismo se encuentre en las condiciones indispensables para que sean posibles las modificaciones anatómicas y fisiológicas que hemos enumerado.

VIII.—La desaparición gradual de la tuberculosis en las altitudes, es debida particularmente, á la destrucción del germen patógeno (bacilo de Koch) bajo la influencia de la mayor intensidad de la luz, y del descenso de la temperatura.

IX.—La acción benéfica del clima de las altitudes sobre los enfermos de tuberculosis, depende de varias causas.

Que son:

a.—*Extrínsecas:—a.' Acción de la luz sobre la nutrición del organismo.—b.' Acción tóniconutritiva del frío moderado.—c.' Variaciones barométricas muy poco considerables con relación á las que son propias de las estaciones maríti-*

mas. Su acción benéfica es directa sobre las hemoptisis de los tuberculosos pulmonares.

b.—*Intrínsecas:—a.' Aumento de las hemacias y de los glóbulos blancos* (fagositosis).—*b.' Aumento de la capacidad respiratoria pulmonar.*

X.—Deben establecerse en las altitudes que presenten las condiciones climáticas generales más propicias, *sanatorios* especiales, dedicados para el alivio y curación de los anémicos, neurosténicos, tuberculosos, y en general todos aquellos enfermos, en quienes la hipoglobulia tenga una influencia notable sobre la marcha de la enfermedad.

CONCLUSIONS.

I.—Barometric anoxihemia does not exist:

a.—*Because the numerical calculation which served Jourdanet as a basis for his theory, starts from a suppositious and inexact premise;* "THAT THE AVERAGE NUMBER OF RESPIRATIONS IN MEXICO, IS 16 PER MINUTE," *when it really is 22.*

b.— *Because other data that Jourdanet considers as proof of his theory, are perfectly unreliable, such as those which refer to the physical and intellectual vigor of the inhabitants of the valley of Mexico, to the pyisical endurance of animals in the same valley, and to the color of the blood, etc.*

c.—*Because the experiments made by Paul Bert, in the laboratory of the Sorbonne, are not adapted to demonstrate*

the action of the atmosferic medium on the residents of great altitudes; seeing that he establishes a comparison with the men and animals that have been ACLIMATED AT INFERIOR ELEVATIONS *and submitted to a depression which is artificially created in the laboratory, in a* SUDDEN MANNER *and only lasting a short space of time.*

d.—*Because the observations and experiments which have been carried out by professors: Viault, Herrera, Regnard, Müntz, Coindet, etc., as well as by myself, demonstrate in the most evident manner, that efficient factors of compensation exist, which counteract the slight tension of the oxigen in the atmosphere of high altitudes.*

II.—Compensating agents exist that present a successful opposition to the ratification of the atmosphere when this works in a *constant manner* and for SUFFICIENT length of time to allow for the necessary physiological modifications to take place in the organs of either man or animals. These modifications consist of:

a.—*An increase in the number of respirations and pulsations.*

b.—*An increase in the atmospheric capacity of the lungs, which would be demonstrated by:—a.' The espirometer.—b.' The increased circumference of the thorax.—c.' The increased longness of the sternum.—d.' The increased room for play in the ribs.*

c.—*The increase in the number of both red and white globules, and generally of all the cellular elements of the blood.*

III.—The extent of these modifications *is always in inverse ratio to the pressure;* they all increase in proportion as the man

or the animal rises above the sea level. This law governs the acclimatization in high altitudes, and is necessarily universal amongst all the inhabitants of these countries.

This is demonstrated by a comparison of the averages between the observations which I have made, with the corresponding observations by the French physiologists; the relation between the two being the same that exists between the barometric pressures in Mexico and in Paris. This is especially to be noted with respect to the number of red globules, as the averages obtained by the observations carried out on healthy men acclimatized in Morococha (Viault 7.300,000), these obtained from healthy individuals in Mexico (Vergara Lope, 6.700,000), and the average in Paris (Hayem, 5.000,000), bear the same relation one to the other as that found between the barometric pressures of those different localities.

IV.—Besides these compensating agents, there are other two which contribute to the same end, and which specially belong to elevated climates. Both have a disposition to excite the nutritious activity, especially the second.

These consist of:

Ist. The gradual lowering of the temperature; when this fall does not pass certain limits.

2nd. The greater intensity of light.

V.—Besides the theoretical study of the compensating agents, observations have been taken which prove in the most evident manner, that compensation really takes place.

These observations show:

a.—*An increase in the proportion of Hemoglobina (Viault and Vergara Lope).*

b.—*An increase in the respiratory capacity of the blood (Viault, Müntz, Regnard).*

c.—*An increase in the density of the sanguineous fluid, of the quantity of fixed matters, and of the proportion of iron contained in the same liquid (Müntz).*

VI.—The physical vigor of the inhabitants of the valley of Mexico, judging by the data which I have collected, is fully equal to that of the individuals who were observad by Chassagne and Dally. This vigor is capable of reaching an extraordinary degree, as can be seen in our Indians and in the "*Bod*" (strong men), who inhabit the mountains of Thibet.

VII.—The acclimatization of men and animals, in those countries whose elevation allows a temperature which is compatible with life, can be carried out in a very complete manner, provided that the change of elevation on the part of the individual who is to be acclimatized, be gradual, and is organism be in the conditions that are requisite, to allow the modification of the physiological mechanism above referred to.

VIII.—The gradual disappearance of tuberculosis at high altitudes, is specially due to the destruction of the pathogenic germs (the Koch bacillus) under the influence of the greater intensity of light, and the fall in the temperature.

IX.—The beneficial action of the elevated climates on tuberculous patiens, arises from different causes:

a.—*Exterior:—a'. Action of light on the nutrition of the organism:—b'. Tonico-nutritious action of moderate*

cold:—c'. Barometric variations which are very slight in comparison with those found on the coast. Their beneficent action is direct on the hemopthisis of patients suffering from pulmonary tuberculosis.

b.—*Interior:—a'. Increase of the hemacias and of the white globules (Fagositosis):—b'. Increase in the respiratory powers of the lungs.*

X.—In those elevated localities which present the most favorable climatic conditions, special *sanatoriums* ought to be established, which would be dedicated to the alleviation and cure of persons suffering from anemia, neurostania, tuberculosis, and generally all those diseases in which the *hipoglobulia* exercises a marked influence on the progress of the disease.

WELLCOME LIBRARY INSTITUTE

CUADRO NUM. 1.

OBSERVACIONES PRACTICADAS EN EL AÑO 1889.

Número de orden.	PERSONAS Sometidas á la observación.	EDAD.	Profesión ú oficio.	Lugares de nacimiento y su altura sobre el nivel del mar.	Lugar de mayor residencia y su altura sobre el nivel del mar.	Tiempo de residencia en México, antes de verificarse la observación.	TALLA.	Número de pulsaciones por minuto.	Núm. de respiraciones por minuto.	Capacidad respiratoria.	Volumen de aire en la inspiración normal.
							m			litros	litros.
1	Sr. Rrof. Francisco Rio de la Loza	33	Farmacéutico	México 2,282 metros	México	2 meses	1 68	84	24	5.2	0.5
2	,, Adolfo Tenorio	34	Pintor paisajista	México	México		1.76	78	23	5.0	0.52
3	,, Francisco Cáuz	41	Corredor del comercio	Jalapa 1891 metros	Veracruz 7 metros	8 años	1.675	80	24	2.9	0.5
4	,, Ignacio Avilez	50	Tenedor de libros	México	México		1.737	78	20	2.9	0.5
5	,, Joaquín Carbajal	44	Idem ídem ídem	México	México		1.65	82	22	4.4	0.49
6	,, Manuel Gutiérrez	86	Militar	Zamora	México		1.635	76	21	3.0	0 5
7	,, Juan Carvajal	65	Maestro de obras	México	México		1.60	78	24	2.9	0.5
8	,, Eulalio Coromina	31	Impresor	Dolores Hidalgo	Dolores Hidalgo	8 años	1.585	70	24	3.2	0 6
9	,, Dr. Pilar Sánchez Bustamante	22	Estudiante	San Luis Potosí 1,890 metros	San Luis Potosí 1890 metros	4 años	1.635	84	22	4.8	0.6
10	,, ,, Pedro Peredo	25	Médico	Pachuca 2,438 metros	Pachuca 2,438 metros	6 años	1.63	74	22	4.8	0.45
11	,, Pedro M. Toro	36	Cazador	Orizaba 1,227 metros	Orizaba 1,227 metros	1 mes	1.575	65	20	4 2	0 5
12	,, Dr. Jesús Guevara	24	Médico	Puebla 2,169 metros	Puebla 2,189 metros	5 años	1.54	55	21	4.0	0.6
13	,, ,, Antonio Leal	24	Idem	Linares	Linares	10 años	1.725	84	25	5.5	0 5
14	,, Luis Vergara Lope	22	Estudiante	Pachuca 2,438 metros	México	19 años	1.71	57	22	4.1	0.45
15	,, Dr. Emilio Montaño	25	Médico	Otumba 2,000 metros	Otumba 2,000 metros	5 años	1 59	66	22	5.2	0.53
16	,, ,, Felipe Esparza	25	Idem	Ciudad Guzmán	Ciudad Guzmán	10 años	1.63	68	20	4 2	0.6
17	,, ,, Manuel Uribe	23	Idem	Toluca 2,625 metros	Toluca 2,625 metros	5 años	1 68	80	22	4.7	0,6
18	,, ,, Alberto Garduño	21	Idem	Toluca	Toluca	4 años	1.70	80	22	4.8	0.6
19	,, Carlos Tamayo	19	Estudiante	Chietla	Puebla 2,169 metros	4 años	1 615	83	22	4.2	0.5
20	,, Dr. Manuel Acosta	30	Médico	Ojo Caliente	Villa García	5 años	1.60	88	25	4.7	0.52
21	,, Miguel L. Nales	21	Empleado	México	México		1.675	84	22	5.0	0.45
22	Petronilo Hernández	22	Jornalero	Lagos 1,932 metros	León 1,798 metros	4 meses	1.58	84	21	4.7	0.5
23	Jesús Muñoz	22	Hojalatero	México	México		1 64	88	22	4.8	0.5
24	Jesús Olvera	49	Sombrerero	México	México		1.61	80	20	4.7	0.4
25	Pedro Delgadillo	58	Jornalero	Tepeapulco	México	40 años	1.47	83	22	3.4	0.45
26	Andrés Olguín	28	Comerciante	Alfajayucan	Alfajayucan	2 meses	1.60	88	19	4.7	0.5
27	Crescencio Corona	40	Trabajos del campo	Morelia 1,940 metros	Morelia 1,940 metros	6 años	1.65	84	23	5.0	0.45
28	Eutimio Delgadillo	26	Comerciante	Guadalajara 1,566 metros	Guadalajara 1,566 metros	1 año	1:615	96	21	5.2	0.5
29	Cipriano Medel	19	Peón de albañil	México	México		1.70	90	25	5.7	0.5
30	Francisco Luna (indígena)	16	Pescador	Tultitlán	México		1.55	76	24	5.4	0 48
31	Pedro Mariscal (indígena)	48	Jornalero	Churubusco	Churubusco		1.61	80	22	6.2	0.47
32	Gil Mariscal (indígena)	20	Idem	México	México		1.69	86	24	5.2	0.45
33	Angel Villafaña	25	Jardinero	Tacubaya 2,290 metros (?)	Tacubaya		1.65	80	23	5 0	0 42
84	Jesús Sánchez	25	Carretonero	Cahuacán	México	15 años	1.71	66	24	4 2	0.48
35	Gabriel García	40	Jornalero	Toluca 2,625 metros	México	80 años	1 60	80	22	5.0	0.45
36	Pedro Gómez	52	Carpintero	Zacatecas 2,489 metros	Zacatecas 2,496 metros	10 años	1 71	87	21	4 7	0 5
37	Juan Torres	37	Sastre	México	México		1.58	76	22	3.8	0.4
38	Antonio Peralta	29	Jornalero	Veracruz 7 metros	Veracruz 7 metros	5 años	1.73	82	24	3.0	0 43
39	Jesús Fuentes	43	Sombrerero	México	México		1.67	95	23	4.2	0.44
40	Pedro Zamora	28	Albañil	México	México		1.70	88	20	5 2	0.5
41	Sra. Francisca López	54	Quehaceres domésticos	Salvatierra	Salvatierra	10 años	1 46	80	22	2.9	0.48
42	Loreto Orihuela	30	Lavandera	México	México		1.51	74	21	3.4	0.45
43	Luz Ballesteros	26	Sirvienta	Salvatierra	Salvatierra	2 meses	1 48	80	26	3.2	0.4
44	Dolores Rojas	18	Idem	México	México	6 años	1 46	96	24	3.0	0 43
45	Marcelina Jiménez	22	Idem	Orizaba 1,227 metros	Orizaba	20 años	1.65	88	22	3 2	0.4
46	María González	26	Idem	Chapantongo	Chapantongo	6 años	1.56	86	24	4.2	0.35
47	Demetria Nieto	80	Idem	Angangueo	Angangueo	1 mes	1.51	90	28	1.5	0 42
48	Carmen Acevedo	30	Idem	México	México		1.52	80	21	....	.....
49	Adela González	29	Quehaceres domésticos	Querétaro 1,850 metros	Querétaro 1,850 metros	1 año	1 62	80	27	3 0	0.47
50	Luz Saavedra	55	Cocinera	México	México		1.50	80	22	2 8	0.48

NOTAS.—Hasta el número 21, y además la observación 41, han sido tomadas entre personas de la clase culta de nuestra sociedad; siendo las demás tomadas en personas del pueblo.
Las ciudades cuya altura sobre el mar no está marcada, pertenecen á la Mesa Central, y están á una altura comprendida entre 1,000 y 3,000 metros.
Las personas cuyo tiempo de residencia en México no está marcada, es porque en esta ciudad han pasado toda su vida.

Dr. Vergara Lope.

CUADRO NUM. 2.

OBSERVACIONES PRACTICADAS EN LOS AÑOS 1892 Y 1893.

Número de orden.	NOMBRES.	EDAD.	LUGAR DE NACIMIENTO. NOMBRES.	LUGAR DE NACIMIENTO. Altitud.	LUGAR DE LA OBSERVACION. NOMBRES Y ALTITUD.	LUGAR DE LA OBSERVACION. Tiempo que llevaba de residir en el lugar antes de la observación.	PROFESIÓN, OFICIO Ú OCUPACIÓN.	TALLA.	PESO.	FUERZA DE LOS FLEXORES DE LAS MANOS. Mano derecha.	FUERZA DE LOS FLEXORES DE LAS MANOS. Mano izquierda.	FUERZA DE LOS FLEXORES DE LAS MANOS. DE LAS DOS.	Circunferencia media del tórax.	Excursión torácica.	Longitud del esternón desde la cavidad de la base la unión con el apéndice xifoides.	Capacidad respiratoria.	Cantidad de aire inspirado.	Número de respiraciones.	Número de pulsaciones.	Proporción por 100 de oxihemoglobina.	Número de glóbulos rojos.	Número de glóbulos blancos.	Relación entre unos y otros.	ULTIMA ENFERMEDAD Y TIEMPO QUE VA TRANSCURRIDO DE SU TERMINO.	ESTADO DE SALUD.	Alimentos tomados antes de la observación y horas en que fueron tomados.	Hora de la observación.	ADVERTENCIAS.
								m	kilos	kilos	kilos		cents.	cents.	cents.	litros	litros.											
1	Juan Vázquez	40	Toluca, Estado de México	2.625	México, 2.282	3 años.	Albañil	1.66	65	47	40	más de 70	98	13	17.6	5.3	0.50	22	48	15	7.100,000	10,000	$\frac{1}{710}$	Tifo, 4 años	Perfecto	Café, leche y pan, 6.30 a. m.	10.30 a. m.	De constitución muy vigorosa.
2	Pedro Hernández	38	Mexico	2.282		S.	Herrero	1.67	65	66	43	más de 70	96	11.5	17	6.8	0.60	22	78	16	7.500,000	15,000	$\frac{1}{500}$	Gripa, 1 año	Idem	Idem idem, 7 a. m.	11 a. m.	Idem idem idem.
3	Alfonso Guerra	27	Guanajuato	2,060	6 años.	Albañil	1.62	68	40	38	más de 70	80	10	16	4.9	0.60	24	86	$16\frac{1}{2}$	16,880,000	8,000	$\frac{1}{1,690}$	Gripa, 1 mes	Idem	Idem idem, 6 a. m.	10.40 a. m.	Idem idem idem.
4	Juan González	26	San Miguel Allende, Estado de Guanajuato	2.000 ?	4 años.	Zapatero	1.63	62	38	36	60	85	8	16	4	0.45	25	88	$14\frac{1}{2}$	6.000,000	8,000	$\frac{1}{750}$	Gripa, 1 año	Idem	Idem idem, 8 a. m.	11 a. m.	Idem idem idem.
5	José Menéses, indígena	30	Mexicaltzingo	2.270 ?	2 días.	Pescador	1.66	63	36	26	68	95	10	18	6	0.60	22	84	16	7.720,000	12,000	$\frac{1}{643}$	Viruela, 20 años	Idem	Idem idem, 6 a. m.	9.30 a. m.	Constitución mediana.
6	José Mario Cruz, idem	56	Ixtacalco	2.270 ?	2 días.	Idem	1.70	69	47	45	más de 70	101	10	19	6.6	0.60	23	76	16	7.720,000	13,000	$\frac{1}{593}$	No recuerda haber estado enfermo	Idem	Idem idem, 6 a. m.	9.40 a. m.	Idem vigorosa.
7	Francisco Losa	27	México	2.282		S.	Cantero	1.60	61	46	35	más de 70	96	13	10	4.7	0.50	25	66	$15\frac{1}{2}$	6.400,000	11,600	$\frac{1}{550}$	Pulmonía, 10 años	Idem	Idem idem, 7 a. m.	10.30 a. m.	Idem idem.
8	Pedro Herrera	66	Idem	2 282		S.	Sastre	1.66	00	38	24	00	88	12	16	3.4	0.50	28	70	14	5,000,000	8,000	$\frac{1}{625}$	Gripa, 1 mes	Síntomas de anemia	Idem idem, 7 a. m.	11 a. m.	Idem mediana.
9	Eligio Alvarado, indígena	25	San Ignacio, Jilotepec, Estado de México	2.700 ?	3 meses.	Jornalero	1.71	68	48	43	más de 70	89	11	18	6.7	0.70	23	74	$15\frac{1}{2}$	7,600,000	12,000	$\frac{1}{633}$	No recuerda haber estado enfermo	Perfecto	Infusión de hojas de naranje, 6 a. m.	10.30 a. m.	Idem idem.
10	Emilio Avalos	38	México	2.282		S.	Hojalatero	1.69	68	40	38	60	88	10	16	3.8	0.50	22	68	$13\frac{1}{2}$	4,300,000	7,000	$\frac{1}{614}$	Paludismo, 3 meses	Idem	Café, leche y pan, 6 a. m.	10.30 a. m.	Idem vigorosa.
11	Felipe Rivas	25	Ajapusco, Otumba	2.800 ?	12 años	Carretero	1.59	65	30	40	más de 70	91	10	21	4.7	0.60	20	70	$15\frac{1}{2}$	7,340,000	10,000	$\frac{1}{734}$	Blenorragia, 2 años	Idem	Café y pan, 6.30 a. m.	10.30 a. m.	Idem mediana.
12	Ignacio Avalos	50	México	2.282		S.	Arriero	1.62	68	40	40	más de 70	90	12	20	5.9	0.60	20	84	16	7,000,000	10,000	$\frac{1}{700}$	Bronquitis, 2 meses	Idem	Infusión de hojas de naranje y pan, 7 a. m.	11 a. m.	Idem vigorosa.
13	Benifacio Mendoza	50	Idem	2.282		S.	Carpintero	1.70	68	68	50	más de 70	94	10	20	6	0.00	23	86	14	4,080,000	20,000	$\frac{1}{204}$	Bronquitis, 2 meses	Enfisema pulmonar	Café, leche y pan, 6 a. m.	11 a. m.	Idem idem.
14	Benito Alcántara	46	Chilpantzingo	2.000 ?	10 años.	Vendedor ambulante	1.68	66	45	35	68	88	11	17	4.8	0.50	22	68	$14\frac{1}{2}$	6,400,000	8,000	$\frac{1}{800}$	Tifo, 6 años	Perfecto	Carne, huevo y pan, 10 a. m.	9.30 a. m.	Idem idem.
15	Francisco Pérez	50	Barranca Prieta	.....	26 años.	Relojero	1.69	68	48	40	más de 70	88	13	16	5	0.50	22	80	$14\frac{1}{2}$	7,620,000	15,000	$\frac{1}{508}$	Bronquitis, 2 meses	Idem	Café, leche y pan, 6 a. m.	11 a. m.	Idem idem.
16	Diego Márquez	22	Guadalajara	1.810	1 año.	Jornalero	1.68	68	40	26	57	85	10	16	4.7	0.45	23	88	15	6,800,000	10,000	$\frac{1}{680}$	Tifo, 1 año	Idem	Idem idem idem, 6 a. m.	11 a. m.	Idem idem.
17	Anselmo Sánchez	50	Villa de Guadalupe	2.280 ?	S.	Albañil	1.60	68	38	28	50	89.5	8	15	3.6	0.50	22	84	$14\frac{1}{2}$	5,000,000	10,500	$\frac{1}{476}$	Neumonía, 3 años	Idem	Sin alimento desde las 7 p. m. del día anterior	10 a. m.	Idem idem.
18	José Tupia, indígena	30	Atotonilco el Chico	2.700 ?	4 años.	Jornalero	1.62	68	34	31	60	93	9	20	4.3	0.50	27	60	16	7,500,000	13,000	$\frac{1}{750}$	Viruela, 20 años	Idem	Café, leche y pan, 8 a. m.	9.45 a. m.	Idem idem.
19	Daniel Benavides	27	Acatlán, Puebla	2,100 ?		3 años.	Carpintero	1.82	66	60	40	más de 70	90	12	18.6	5.2	0.50	23	66	15	7,720,000	10,000	$\frac{1}{772}$	Paludismo, 12 años	Idem	Idem idem, 6.30 a. m.	10.30 a. m.	Idem vigorosa, muchos glóbulos gigantes de 9 μ.
20	Bernabé Déctor	28	Ameca-meca, México	2.480		18 años.	Mecánico	1.58	61	45	47	más de 70	84	10	17	4.5	0.50	26	88	$14\frac{1}{2}$	6,860,000	10,000	$\frac{1}{686}$	Sífilis, accidentes secundarios, 6 meses	?	Idem idem, 6.30 a. m.	10 a. m.	Constitución vigorosa.
21	Ildefonso Caselli	22	Cuautlantzingo, Estado de Puebla	2,000 ?		6 meses.	Cultivo del campo	1.55	63	48	41	56	85	10	17	4.7	0.45	19	64	$10\frac{1}{2}$	7,060,000	20,000	$\frac{1}{353}$	Pleuresía, 3 años	Perfecto	Idem idem, 7 a. m.	10 a. m.	Idem idem.
22	Francisco Valverde	20	Jilotepec, Estado de México	2.700 ?		11 años.	Carpintero	1.63	60	00	62	más de 70	89	10	17	6	0.50	24	66	$16\frac{1}{2}$	7,580,000	20,000	$\frac{1}{379}$	Viruela, 8 años	Idem	Idem idem, 7 a. m.	11.15 a. m.	Idem idem.
23	Alberto Morales	10	Centreras, Tlálpam	2.800 ?		4 meses.	Tejedor	1.68	65	49	43	más de 70	89	13	18	5.8	0.50	17	73	$14\frac{1}{2}$	7,720,000	13,000	$\frac{1}{593}$	Meningitis, 14 años	Idem	Idem idem, 6 a. m.	11.30 a. m.	Idem idem.
24	José González	34	San Miguel Allende, Estado de Guanajuato	2.000 ?		6 años.	Escribiento	1.68	44	85	24	67	75	6.5	16	8.6	0.50	28	72	14	6,880,000	7,000	$\frac{1}{983}$	Gripa, 2 años	Idem	Idem idem, 7 a. m.	10 a. m.	Menos que mediana.
25	Juan Caselli	19	Cuautlantzingo, Estado de Puebla	2.000 ?		6 meses.	Cultivo del campo	1.63	66	45	30	60	88	11	17	5	0.46	22	80	14	6,520,000	7,000	$\frac{1}{931}$	Gripa, 1 año	Idem	Idem idem, 7 a. m.	10.35 a. m.	Constitución vigorosa.
26	Agustín Vázquez	18	Toluca, Estado de México	2,626		13 meses.	Cabrero	1.67	58	43	38	53	77	8	17.6	4.7	0.50	23	90	16	7,100,000	11,028	$\frac{1}{643}$	Tifo, 1 año	Idem	Idem idem, 8 a. m.	10 a. m.	Idem idem.
27	Sixto Tlapanco	28	Santo María Tonantzintla, Cholula, Puebla	2.170 ?		3 años.	Hortieultor	1.72	66	35	26	57	88.6	12	17.8	6.7	0.50	22	64	$15\frac{1}{2}$	7,640,000	12,333	$\frac{1}{619}$	Gripa, 1 año	Idem	Idem idem, 7 a. m.	11 a. m.	Idem mediana.
28	Prof. Alfonso L. Herrera	22	México	2.282		S.	Zeologista, Miembro del Museo Nacional y del Instituto Médico	1.56	55	36	23	55	80	3.6	.....	3.4	0.50	22	66	.....	7,480,000	5,000	$\frac{1}{1,496}$	Intermitente palúdica, 6 meses	Idem	Idem idem, 7 a. m.	11.30 a. m.	Idem idem.
29	José Ramírez	19	Puebla Nuevo, Guanajuato	2.100 ?		6 años.	Doméstico	1.68	62	66	43	más de 70	86	8.5	17	5	0.50	24	62	$16\frac{1}{2}$	7,560,000	5,000	$\frac{1}{1,512}$	Gripa, 1 año	Idem	Carne y frijoles, 8 a. m.	10.30 a. m.	Idem vigorosa.
30	Adolfo Tenorio	37	México	2.282		S.	Paisajista, Miembro del Instituto Médico	1.70	66	86	27	56	86	12	16.5	5	0.40	22	84	15	6,345,000	13,000	$\frac{1}{634}$	Gripa, 8 días	Idem	Café, leche y pan, 8.30 a. m.	10 a. m.	Constitución media.
31	Francisco Tenorio	30	Idem	2.282		S.	Fotógrafo, idem idem idem	1.68	65	51	44	más de 70	88	10	18	4.2	0.50	26	88	15	5,180,000	11,000	$\frac{1}{470}$	Paludismo, 4 meses	Idem	Idem idem, 9 a. m.	10 a. m.	Idem idem.
32	Dr. R. M. Jofre	32	Tampico	5		23 años.	Médico, idem idem idem	1.67	57	48	28	más de 70	88	11	.....	5.1	0.55	23	78	$18\frac{1}{2}$	5,205,000	10,000	$\frac{1}{520}$	Nefritis catarral, 3 años	No enteramente sano	Carne, huevo, café, leche y pan, 7 a. m.	7.30 a. m.	Buena constitución, pero actualmente desmejorada por la nefritis.
33	Dr. Vergara Lope	27	Pachuca	2.426		27 años.	Idem	1.5645	56	47	35	más de 70	85	10	17	4.7	0.50	24	72	$15\frac{1}{2}$	6,400,000	9,000	$\frac{1}{711}$	Remitente palúdica, 1 año	Idem	Carne, café, leche, huevo, frijoles y pan, 8 a. m.	10 a. m.	Mediana.
34	Prof. M. Lozano	32	México	2.282		S.	Prof. de Farmacia, Miembro del Instituto Médico	1.68	67	43	30	más de 70	80	7	18	3.7	0.60	26	88	$14\frac{1}{2}$	6,480,000	16,000	$\frac{1}{405}$	Neumonía traumática, 6 años	Idem	Café, leche y pan, 7.30 a. m.	11 a. m.	Constitución mediana.
35	Aurelio Loza	25	Péníjame	.....		$1\frac{1}{2}$ año.	Músico	1.64	55	39	31	60	96	10	17	4.1	0.60	26	72	14	7,370,000	15,000	$\frac{1}{491}$	Congestión cerebral, 1 año	Idem	Idem idem, 8 a. m.	12.5 a. m.	Idem idem.
36	Manuel Aguado	33	Guanajuato	2.060		3 años.	Elaborador de tabaces	1.64	57	43	30	más de 70	82	8	17	4.7	0.50	22	86	$14\frac{1}{2}$	5,490,000	11,600	$\frac{1}{474}$	Gripa, 8 días	Idem	Idem idem, 8 a. m.	10.20 a. m.	Idem idem.
37	José Sánchez	70	Toluca, Estado de México	2,626		20 años.	Albañil	1.67	60	30	27	47	86	11	17	3.9	0.70	18	66	15	4,676,000	5,000	$\frac{1}{935}$	Tifo, 20 años	Enfisema pulmonar	Idem idem, 6 a. m.	9.30 a. m.	Idem vigorosa.
38	Juan Hernández	28	Pachuca	2.425		20 años.	Peón de albañil	1.72	68	00	56	más de 70	86	13	20	6.4	0.60	19	88	16	6,876,000	10,000	$\frac{1}{687}$	Pleuresía, 10 años	Perfecto	Idem idem, 8 a. m.	9 a. m.	Idem idem.
39	Victoriano González	19	Toluca, Estado de México	2,025		5 años.	Idem idem	1.68	64	00	55	más de 70	84	10	16	4.2	0.55	20	88	14	6,325,000	11,000	$\frac{1}{575}$	No recuerda haber tenido alguna	Idem	Infusión de hojas de naranje, 6 a. m.	9 a. m.	Idem idem.
40	Mariano Mendizábal	74	Ameca-meca	2.480		2 días.	Trabajas del campo, Administrador del Popocatepetl	1.62	60	24	18	30	98	6	18	2.60	0.45	30	84	$14\frac{1}{2}$	4,080,000	20,000	$\frac{1}{204}$	Pleuresía, 1 año	Enfisema, reumatismo	Leche y huevos, 9 a. m.	10 a. m.	Tuvo 34 hijos, el último nació hace año y medio, sano y vigoroso.
41	Teófilo Sánchez, indígena	40	Idem	2.480	Ameca-meca, 2.480		Azufrero del volcán Popocatepetl	1.69	...	40	30	más de 70	98	8.8	21	4.3	0.70	22	88	$14\frac{1}{2}$	5,180,000	.....	.....	Pleuresía, 20 años	Perfecto	.....	.....	Estos 8 indígenas acababan de bajar del volcán cuando fueron observados. La numeración de glóbulos tuvo que hacerse rápida y no satisfactoriamente, por el escaso tiempo que hubo para esto.
42	Fortino Sánchez, idem	28	Idem	2.480			Idem idem idem	1.77	...	48	40	55	102	12	21	5	0.70	22	80	$15\frac{1}{2}$	5,600,000	.....	.....	Neumonía, 3 años	Idem	.....	.....	
43	Juan Cruz, idem	37	Idem	2.480			Idem fuem idem	1.69	...	40	37	55	105	11	22	5.7	0.70	21	96	$16\frac{1}{2}$	4,120,000	.....	.....	Idem, 4 años	Idem	.....	.....	
44	Esteban Sánchez, idem	19	Idem	2.480			Idem idem idem	1.65	...	30	30	55	99	11	20	4	0.70	26	84	.....	.....	.....	.....	Idem, 6 años	Idem	.....	.....	
45	Ireneo Conde, idem	27	Idem	2.480			Idem idem idem	1.64	...	37	32	45	90.5	0	19.5	3.9 ?	0.80	24	80	$15\frac{1}{2}$	5,160,000	.....	.....	Tifo, 20 años	Idem	.....	.....	
46	Margarito Conde, idem	38	Idem	2.480			Idem idem idem	1.67	...	40	30	70	98.5	0	19	4.2	0.80	26	90	$15\frac{1}{2}$	5,240,000	.....	.....	Neumonía, 2 años	Idem	.....	.....	
47	Luis Conde, idem	25	Idem	2.480			Idem idem idem	1.69	...	40	30	68	100	14	17	4.5	0.80	24	84	$15\frac{1}{2}$	4,140,000	.....	.....	Pleuresía, 6 años	Idem	.....	.....	
48	Rosalío Conde, idem	22	Idem	2.480			Idem idem idem	1.63	...	40	30	más de 70	95	13	18	4.5	0.80	26	78	16	5,100,000	.....	.....	Viruela, 6 años	Idem	.....	.....	
49	Santiago Ambía	30	México	2.282	México, 2.282	S.	Hojalatero	1.58	54	39	26	50	82	8	15	3.2	0.46	28	68	13	4,200,000	11,000	$\frac{1}{381}$	Tifo, 10 años	Síntomas de anemia	Café, leche y pan, 8 a. m.	10 a. m.	Aspecto enfermizo.
50	José Santos, indígena	48	Mixcoac	2.300 ?		2 días.	Jardinero	1.70	68	65	60	más de 70	98	18	20	6	0.60	25	88	16	7,800,000	15,000	$\frac{1}{520}$	Viruela, 30 años	Perfecto	Idem idem, 7 a. m.	11 a. m.	Constitución muy vigorosa.
51	Antonio Pérez	29	Zimapan, Estado de Hidalgo	2.000 ?		10 años.	Jornalero	1.52	53	39	30	58	86	13	18	4.2	0.50	18	78	14	4,360,000	12,000	$\frac{1}{363}$	Blenorragia, 1 mes	Síntomas de anemia	Idem idem, 6 a. m.	10 a. m.	Idem mediana.
52	Jesús Tagle	38	Monterrey	401		20 años	Vendedor ambulante	1.53	55	42	40	más de 70	86	11	16	8.5	0.45	23	80	15	5,700,000	14,000	$\frac{1}{407}$	Gripa, 1 año	Perfecto	Idem idem, 7 a. m.	10 a. m.	Idem idem.
53	Dr. Miguel Zúñiga	38	México	2.282		10 años.	Médico, Miembro del Instituto Médico y Prof. de la Escuela Nacional de Medicina	1.755	84	70	68	más de 70	99	0	20	5.3	0.70	23	90	$14\frac{1}{2}$	5,500,000	10,000	$\frac{1}{550}$	Intermitentes, 3 años	Idem	.....	11.30 a. m.	Idem muy vigorosa. Fué oficial de marina 3 años.

Dr. Vergara Lope.

Anexibemia.

OBSERVACIONES RECOGIDAS DURANTE UNA ASCENSION AL POPOCATEPETL, POR EL SEÑOR PROFESOR ALFONSO L. HERRERA.

GRUPOS.	Número de la observación.	NOMBRES.	Lugar de nacimiento y su altura sobre el nivel del mar.	RESIDENCIA ACTUAL.	Profesión ú ocupación.	Lugar, fecha y hora en que se hizo la observación.	Altitud.	Pulsaciones por minuto.	Respiraciones por minuto.	Fuerza de presion de la mano derecha.	Capacidad respiratoria.	Estatura.	EDAD.	NOTAS.
1º	1	Adolfo Tenorio	México, 2,282 metros	México	Pintor paisajista	Amecameca. Al medio día ántes de comer. Mayo 26 de 1892.	2,480 m.	74	24	37 kil.	4L8	1m 73	37	La capacidad vital se tomó en México. Viaja con frecuencia.
	2	Paul Maury	Gourdon (Francia)	,, [2 años]	Botánico viajero			82	25	50 ,,	4. 1	1. 72	34	Viaja con frecuencia. Hace poco tiempo estuvo enfermo en México de Impaludismo.
	3	Guillermo B. y Puga	México, 2,282 metros	México	Ingeniero geólogo			74	19	50 ,,	5. 7	1. 78	29	Viaja con frecuencia desde la edad de tres años.
	4	F. Mantelet	Paris, 78 metros	,, [2 meses]	Comerciante			74	21	49 ,,	4. 0	1. 63	28	Fué atacado por el mal de las montañas.
	5	Samuel Morales Pereira.	Puebla, 2,169 metros	México	Estudiante			74	21	44 ,,	4. 4	1. 71	17	Cruelmente atacado por el mal de las montañas.
	6	Alfonso L. Herrera	México, 2,282 metros	,,	Zoologista			80	20	32 ,,	3. 3	1. 55	22	Viaja con frecuencia.
	7	José Villada	,, ,, ,,	,,	Estudiante			68	24	32 ,,	3. 9	1. 59	19	Experimentó ligeramente el mal de las montañas.
	8	Manuel Rivera y Rio	,, ,, ,,	,,	Empleado			68	22	48 ,,	4. 7	1. 72	19	Tuvo una ligera epistaxis al llegar á Tlamacas.
2º	9	Antolín Mendizabal	Amecameca, 2,480 metros	Amecameca	Comerciante	Rancho de Tlamacas. Antes de cenar. Mayo 26.	3,897...	92	23	32 kil.	3L9	Elevada.	19	Con frecuencia sube al volcán.
	10	Ramón Cárdenas	,, ,, ,,	,,	Mecánico			104	22	53 ,,	5. 2	Regular	21	Subía al volcán por primera vez.
	11	Teófilo Sánchez	,, ,, ,,	,,	Azufrero			70	18	34 ,,	4. 3	Elevada.	85	Lo mismo que las cinco siguientes, se ocupa en la extracción del azufre del cráter.
	12	Margarito Conde	,, ,, ,,	,,	,,	Rancho de Tlamacas. Después de cenar. Mayo 26.		76	21	30 ,,	4. 2	,,	34	Idem idem idem.
	13	Marcelino Sánchez	,, ,, ,,	,,	,,			70	20	30 ,,	4. 4	,,	30	Idem idem idem.
	14	Ireneo Conde	,, ,, ,,	,,	,,			78	24	30 ,,	3. 9	,,	27	Idem idem idem.
	15	Juan de la Cruz	,, ,, ,,	,,	,,			80	20	35 ,,	5. 7	,,	39	Idem idem idem, el más fuerte de los guías.
	16	Jesús Sánchez	,, ,, ,,	,,	,,			70	21	38 ,,	5. 9	,,	28	Idem idem idem.
3º	1	Adolfo Tenorio	México, 2,282 metros	México	Pintor paisajista	Rancho de Tlamacas. Antes de cenar. Mayo 26.	3,897...	88	24	37 kil	4L7	1m 73	37	Su capacidad vital se tomó otra vez en Tlamacas.
	2	Paul Maury	Gourdon, (Francia)	,, [2 años]	Botánico viajero			116	30	50 ,,	4. 1	1. 72	34	Llegó al cráter el primero entre los excursionistas, pero después del guía J. Cruz.
	3	Guillermo B. y Puga	México, 2,282 metros	,,	Ingeniero geólogo			90	28	50 ,,	5. 7	1. 78	29	Llegó al cráter á continuación del Sr. Maury.
	4	F. Mantelet	Paris, 78 metros	,, [2 meses]	Comerciante			108	25	49 ,,	4. 0	1. 63	28	Fué atacado por el mal de las montañas.
	5	Samuel Morales Pereira.	Puebla, 2,169 metros	,,	Estudiante			83	26	44 ,,	4. 4	1. 71	17	Idem idem idem.
	6	Alfonso L. Herrera	México, 2,282 metros	,,	Zoologista			112	23	32 ,,	3. 3	1. 55	22	
	7	José Villada	,, ,, ,,	,,	Estudiante			79	27	32 ,,	3. 9	1. 59	19	Sufrió un vértigo en el borde del cráter.
	8	Manuel Rivera y Rio	,, ,, ,,	,,	Empleado			92	28	48 ,,	4. 7	1. 72	19	Llegó al cráter después del Sr. Puga, tuvo una ligera epistaxis al llegar.
4º	1	Adolfo Tenorio	México, 2,282 metros	México	Pintor paisajista	Labio del cráter. 1.15 P. M. Después de comer. Mayo 27.	5,263...	120	27	37 kil.	4L7	1m 73	37	Experimentó ligeramente el mal de las montañas.
	2	Paul Maury	Gourdon, (Francia)	,, [2 años]	Botánico viajero			150	...	50 ,,	4. 1	1. 72	34	No experimentó el mal de las montañas.
	3	Guillermo B. y Puga	México, 2,282 metros	,,	Ingeniero geólogo			152	...	50 ,,	5. 7	1. 78	29	Idem idem idem.
	6	Alfonso L. Herrera	,, ,, ,,	,,	Zoologista			118	30	32 ,,	3. 3	1. 55	22	Experimentó ligeramente el mal de las montañas.
	14	Ireneo Conde	Amecameca, 2,480 metros	Amecameca	Azufrero			98	26	30 ,,	3. 5	Elevada.	27	Llegó al cráter al mismo tiempo que el Sr Tenorio.
	15	Juan de la Cruz	,, ,, ,,	,,	,,			96	30	35 ,,	5. 30	,,	39	Llegó al cráter ántes que el Sr. Maury.

NOTAS.—En el borde del cráter sólo se examinó el pulso y la respiración. Los demás datos se han repetido para facilidad en la comparación.

ÍNDICE DE MATERIAS.

Páginas.

INTRODUCCIÓN 3

CAPÍTULO I.

Exposición de la teoría de la anoxihemia 7
Sus fundamentos 7
Influencia general de la anoxihemia sobre los indígenas y aclimatados... 8
Coloración de la sangre 10
Sangría 10
Cansancio precoz, inaptitud para los trabajos físicos, los azufreros del Popocatepetl 10
Patogenia de las altitudes. Síncope 13
Pediluvios calientes 13
Albuminuria 15
Tuberculosis (estadística) 15
Influencia social 17
Experiencias de Paul Bert 20
Análisis de la capacidad respiratoria de la sangre (Viault) 23
Cantidad de ácido carbónico expirado. (Coindet) 23
Fisiología de la respiración, aumento de los elementos figurados de la sangre bajo la influencia de la vida en las altitudes, explicación que de aquí se deduce para las experiencias de Bert 24
Concepciones teóricas que del aumento de los corpúsculos rojos de la sangre se deducen para la mecánica de la respiración 25

CAPÍTULO II.

Medios fisiológicos que compensan la falta de tensión del oxígeno. Algunas observaciones de antropometría en los mexicanos 33
Antropometría, dinámica parcial 35
Modificaciones del aparato de la respiración 40

Páginas.

Aumento del número de respiraciones..... 40
Aumento de la capacidad respiratoria..... 47
Espirometría..... 47
Aumento de la circunferencia y de la excursión torácicas..... 49
Aumento de los elementos figurados de la sangre..... 50
Observaciones de Viault en Morococha..... 56
Ley de proporción que rige á las modificaciones fisiológicas que se producen bajo la influencia del clima de las altitudes 40 á..... 59

CAPÍTULO III.

Circunstancias mesológicas que favorecen la aclimatación en las altitudes. 61
Temperatura..... 61
Luz..... 63

CAPÍTULO IV.

Diversas pruebas de la aclimatación del hombre y de los animales en las altitudes..... 67
Observaciones de Viault..... 67
Observaciones de Müntz..... 69
Experiencia de Regnard..... 72
Pruebas que suministran la anatomía y la fisiología comparadas; observaciones de Herrera y de Bert..... 74
Condiciones de la aclimatación..... 77

CAPÍTULO V..

El clima de las altitudes como medio terapéutico. La tuberculosis en las altitudes..... 79
Experiencia de Marshall Ward..... 79
Causas extrínsecas..... 81
Temperatura..... 81
Luz..... 81
Variaciones del barómetro..... 81
Influencia de las pequeñas oscilaciones de la columna barométrica, sobre las hemoptisis de los tuberculosos..... 82
Causas intrínsecas..... 83
Aumento de los glóbulos rojos y de los glóbulos blancos..... 83
Aumento de la capacidad respiratoria..... 83
Mecanismo del desarrollo de la cavidad torácica y del volumen de los pulmones, bajo la influencia del clima de las altitudes..... 84

CAPÍTULO VI.

Conclusiones..... 88

ÍNDICE ALFABÉTICO.

Páginas.

Albuminuria..... 15
Análisis de la capacidad respiratoria de la sangre 23, 67, 69 y..... 72
Azufreros del Popocatepetl..... 10
Ácido carbónico expirado..... 23
Anatomía comparada..... 74
Anoxihemia. Exposición de la teoría y sus fundamentos..... 7
,, Su influencia sobre los indígenas y aclimatados..... 8
,, Es antagonista de una aclimatación perfecta..... 77
Antropometría..... 35
Aumento del número de respiraciones..... 40
,, de la capacidad respiratoria pulmonar..... 47
,, de la circunferencia y de la excursión torácicas..... 49
,, de los elementos figurados de la sangre 24, 50, 56 y..... 83
,, de la capacidad respiratoria de la sangre 23, 67, 69 y..... 72
Aclimatación: Sus condiciones..... 77
Barómetro: Su marcha en el Valle de México..... 81
Coloración de la sangre..... 11
Cantidad de ácido carbónico expirado..... 23
Circunferencia del tórax..... 49
Coindet..... 23
Cansancio precoz de los habitantes de las altiplanicies de México (Jourdanet)..... 10
Concepciones teóricas que del aumento de los corpúsculos rojos de la sangre se deducen para la mecánica de la respiración..... 25
Capacidad respiratoria pulmonar 24, 47, 74 y..... 83
Circunstancias mesológicas que favorecen la aclimatación en las altitudes. 61
Condiciones de la aclimatación..... 77
Causas extrínsecas que obran en el clima de las altitudes, sobre los enfermos de tuberculosis..... 81

Páginas.

Causas intrínsecas que obran en el clima de las altitudes, sobre los enfermos de tuberculosis..... 83
Conclusiones..... 88
Dinámica parcial..... 35
Diversas pruebas de la aclimatación del hombre y de los animales en las altitudes 67 á..... 74
Exposición de la teoría de la anoxihemia..... 7
Estadística de la tuberculosis en México..... 15
Experiencias de Paul Bert, 20, 24 y..... 74
Experiencias para demostrar la acción de los pediluvios calientes en México 13
Espirometría..... 47
Experiencia de Regnard..... 72
Experiencias de Viault..... 67
Experiencias de Müntz..... 69
Experiencia de Marchall Ward..... 79
Excursión torácica..... 49
Fisiología de la respiración..... 24
Fisiológicos (medios) que compensan la falta de tensión del oxígeno 33 á. 59
Frío.—Su acción bactericida 16 á..... 81
Frío.—Su acción tónico-nutritiva..... 81
Fisiología comparada.—Pruebas que suministra, para demostrar el mecanismo que sirve á la economía para su aclimatación en las altitudes..... 74
Glóbulos rojos 24, 50, 56 y..... 83
Glóbulos blancos (fagositosis) 50 á..... 83
Hemoglobina 56 á..... 69
Hemoptisis..... 82
Introducción..... 3
Influencia general de la anoxihemia..... 8
Influencia social de la anoxihemia..... 17
Indígenas azufreros..... 10
Ley de proporción que rige á las modificaciones fisiológicas, que se operan bajo la influencia del clima de las altitudes 40 á..... 59
Leucocitos 50 á..... 83
Luz. Su influencia bactericida 16 á..... 81
Luz. Su influencia sobre la nutrición general 16 á..... 81
Luz. Su influencia sobre la curación de la tuberculosis..... 81
Medios fisiológicos que compensan la falta de tensión del oxígeno 33 á.... 59
Modificaciones del aparato de la respiración 40 á..... 49
Modificaciones en el aparato de la circulación 23, 24, 50 y..... 56
Mecanismo del desarrollo de la cavidad torácica y del volumen de los pulmones, bajo la influencia del clima de las altitudes..... 84
Observaciones de Jourdanet 7 á..... 17
,, de Bert 20, 24 y..... 74
,, de Coindet..... 23
,, de Herrera 10, 47 y..... 74
,, de Viault 23, 24, 56 y..... 67

Páginas.

Observaciones de Müntz..... 69
,, de Regnard..... 72
,, de Vergara Lope 13, 40 á..... 59
Oscilaciones del barómetro en las altitudes..... 81
Popocatepetl (azufreros del)..... 10
Patogenia de las altitudes..... 13
Pediluvios calientes..... 13
Proporción que rige á las modificaciones fisiológicas que se operan bajo la influencia de los climas de altitud 40 á..... 59
Pruebas que suministran la anatomía y la fisiología comparadas..... 74
Pulmón.—Aumento de su capacidad 47, 83 y..... 84
,, Aumento de sus elementos constitutivos..... 84
Respiraciones.—Su número..... 40
Respiratoria (Capacidad.) 47, 67, á 74 y..... 83
Sangría..... 10
Síncope..... 13
Sangre (glóbulos de la) 24, 50, 56 y..... 83
,, Su capacidad 23, 67 á..... 62
Tuberculosis.—.Su estadística en México..... 15
,, Causa de su diminución y de su desaparición en los climas de altitud 16 y..... 81
,, Sus formas más frecuentes en México..... 79
,, Influencia benéfica de los climas de altitud, sobre los enfermos de 79 á..... 84
Temperatura.—Acción bactericida 16 y..... 81
,, Acción tónico-nutritiva..... 81
Variaciones del barómetro en las altitudes; su influencia sobre las hemoptisis de los tuberculosos..... 82

ERRATA NOTABLE.

En el cuadro de la página 56, los encabezados de las columnas que corresponden á la proporción de oxihemoglobina y á la que expresa la relación que hay entre los glóbulos de la sangre, blancos y rojos, *están invertidos.*